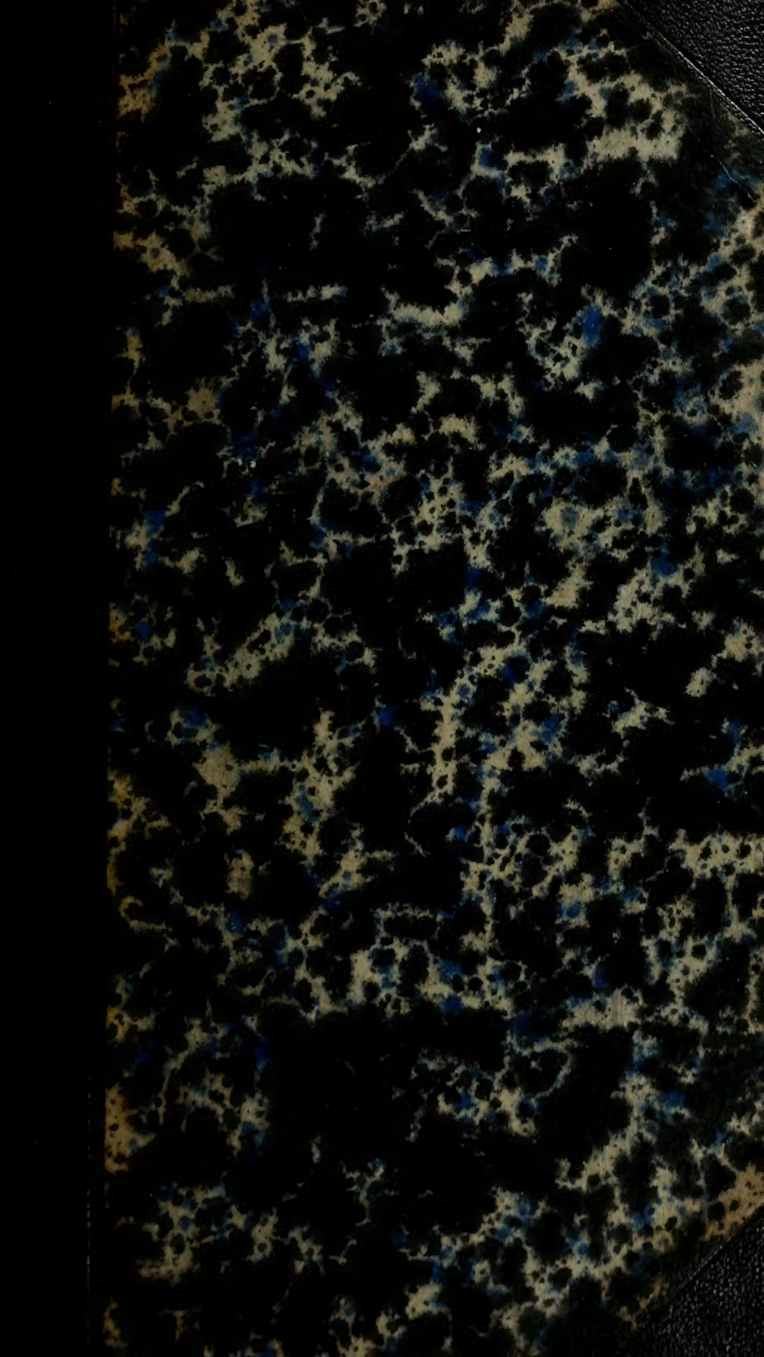
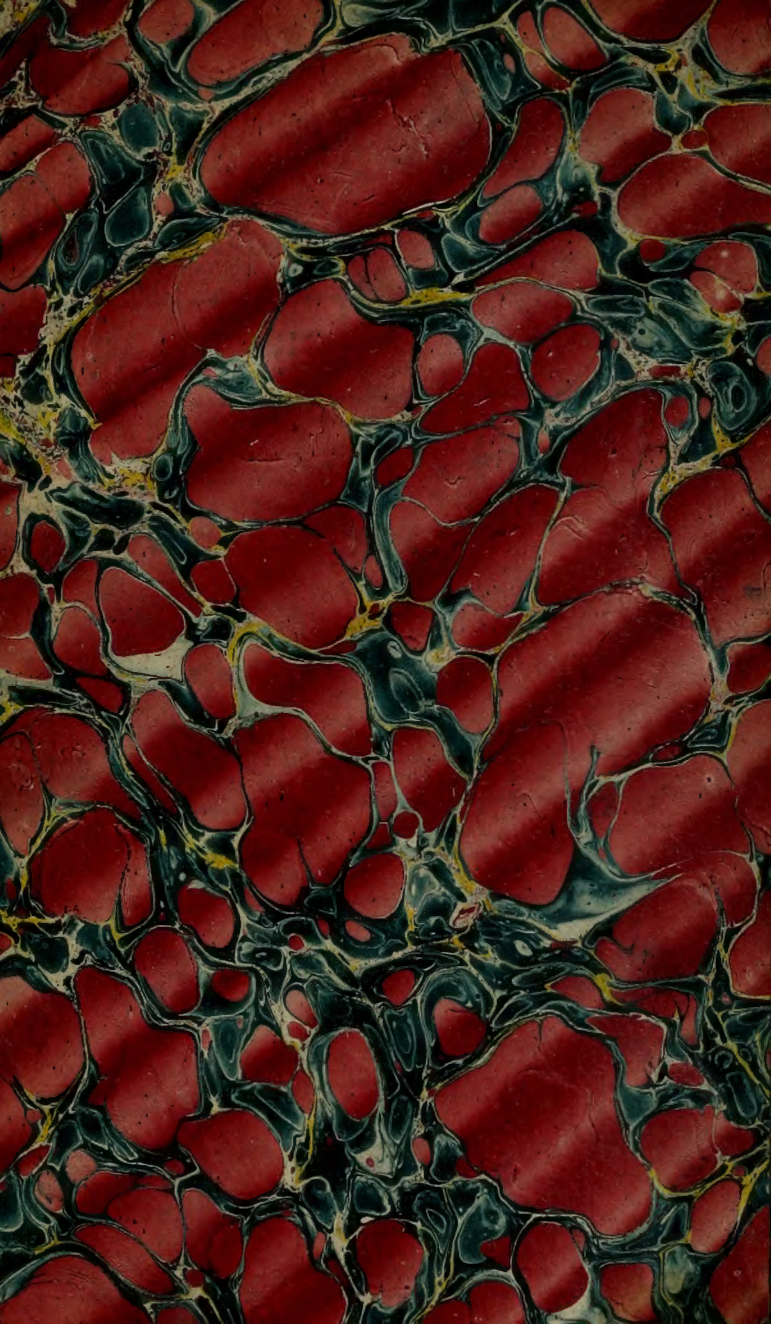
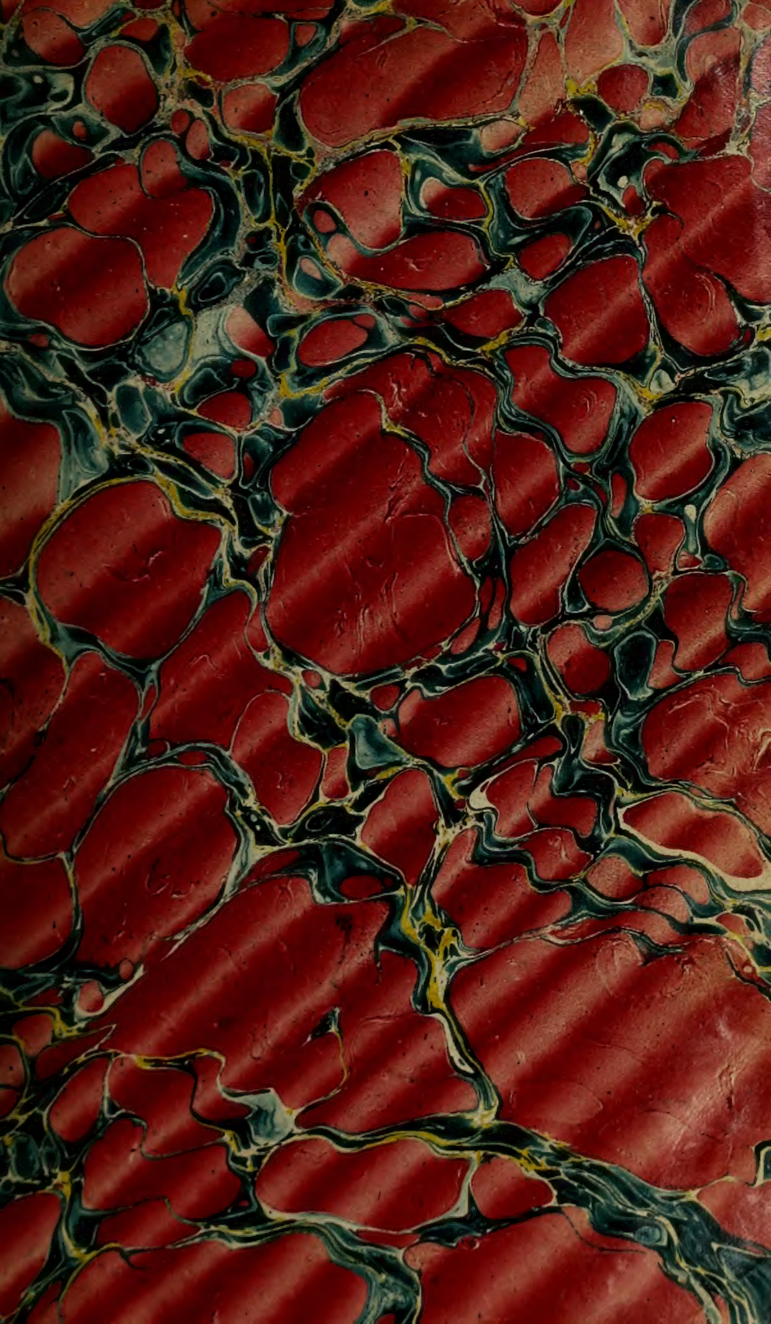






ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT,
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1860.

Mit einundzwanzig Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP

Inhalt.

Seite

Ueber das angebliche Fehlen der unipolaren Zuckung bei dem Schliessungsinductionsschlage.

(Anmerkung zu S. 806 dieses Bandes.)

Von

E. du Bois-Reymond.

Hr. Pflüger sagt in seinen „Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus" (S. 51. 121. 410), dass „nach seiner Entdeckung der Schliessungsinductionsschlag der unipolaren Wirkung entbehre." Dieser Ausspruch könnte die irrige Meinung erwecken, als habe ich, als mir die unipolaren Zuckungen zuerst aufstiessen, versäumt mich zu unterrichten, wie sich der Schliessungsschlag in Bezug darauf verhalte, oder bei denen, die sich erinnern, dass man die primäre Kette nicht öffnen kann, ohne sie vorher geschlossen zu haben, als habe ich dem Schliessungsschlage fälschlich eine unipolare Wirkung zugeschrieben. Mindestens dürften mit Hrn. Funke (Lehrbuch der Physiologie u. s. w. 3. Aufl. Bd. I. S. 668) Mehrere wünschen, den Widerspruch aufgeklärt zu sehen, der hier zwischen Hrn. Pflüger's und meinen Angaben zu bestehen scheint.

Die Sache ist einfach die, dass Hr. Pflüger sich des Magnetelektromotors bediente, dessen dichtgewickelte primäre Rolle über 100 Windungen zu haben pflegt, ich dagegen, wie in meinem Werke gesagt ist (Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 429. 426), der daselbst S. 447 beschriebenen Inductionsvorrichtung, deren primäre Rolle auf 313 Mm. Länge nur 32 Windungen besitzt. Der Extrastrom verzögerte demgemäss in meinem Falle die Entstehung des primären Stromes und schwächte folglich den Schliessungsschlag viel weniger als an dem Magnetelektromotor (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 405. 406). Dies spricht sich unter Anderem darin aus, dass an mei-

ner Vorrichtung bei subjectiv-physiologischer Prüfung der Schliessungs- und Oeffnungsschlag als nahe gleich stark empfunden werden, während am Magnetelektromotor der Schliessungsschlag bekanntlich fast unwahrnehmbar ist. Es kann daher auch leicht kommen, dass am Magnetelektromotor die Abgleichungscurve der bei offenem und einseitig abgeleitetem secundären Kreise in den Boden abfliessenden Elektricität in keinem Augenblicke des Schliessungsvorganges die erforderliche Höhe ihrer Ordinaten und Steilheit ihrer Elemente erreiche, damit unipolare Zuckung stattfinde. Keineswegs aber entbehrt der Schliessungsschlag grundsätzlich der unipolaren Wirkung. Vielmehr wird Hrn. Pflüger's Angabe erst dann anfangen richtig zu sein, wenn unter sonst gegebenen Umständen das Potential der primären Rolle auf sich selbst einen solchen Werth erlangt, dass auch in den ersten Augenblicken nach der Schliessung die jenem Potential umgekehrt proportionale Steilheit der Curve, in der das Potential der primären Rolle auf die secundäre anwächst, eine gewisse Grösse nicht überschreitet (Vgl. Helmholtz in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1851. Bd. LXXXIII. S. 505). An vielen Inductionsvorrichtungen ist diese Bedingung unter den gewöhnlichen Umständen der Versuche in der That erfüllt. Man wird aber in jedem einzelnen Falle sich stets erst überzeugen müssen, dass und innerhalb welcher Grenzen der elektromotorischen Kraft im primären Kreise, des Potentials der primären auf die secundäre Rolle u. s. w. dies der Fall sei, ehe man sich des Schliessungsinductionsschlages ohne Furcht vor unipolaren Wirkungen bedient.

Druckfehler.

S. 667 Z. 10 v. u. soll es concav statt convex heissen.

Berlin, Druck der Gebr. Unger'schen Hofbuchdruckerei.

Ueber das Vorkommen von Leucin, Tyrosin und anderen Umsatzstoffen im menschlichen Körper bei Krankheiten.

Von

Dr. J. Neukomm.

Die Bildung organischer Formen geht mit einer Aenderung der chemischen Constitution der Materie Hand in Hand; mit dem ersten Auftreten prägender Kräfte machen sich zugleich auch eigenthümliche chemische Affinitäten geltend. Der Gewebsstoff ist daher kein einfacher Niederschlag aus einer vorgebildeten (Eiweiss-) Lösung, wie der Krystall, er bildet sich erst bei der Prägung der Form; formende Kräfte treten aber nach unserer bisherigen Erfahrung nur auf innerhalb einer schon gebildeten Form.

Hat nun auch die Untersuchung gelehrt, dass die Bildungsstätte organischer Formen immer gewisse chemische Verbindungen, wobei namentlich Eiweissstoffe nicht fehlen dürfen, enthalten müsse, so sind uns doch die Beziehungen zwischen letzteren und dem organisirten Niederschlage noch gänzlich unbekannt. Soweit der Hüllstoff der organischen Gewebe einer isolirten Untersuchung unterworfen werden konnte, hat man ihn nie mit dem Eiweiss identisch gefunden; der Inhalt der Gewebselemente differirt in den meisten Fällen von der Zusammensetzung der Bildungsflüssigkeit, zeigt häufig ganz eigenthümliche chemische Verbindungen, so dass man versucht worden ist, gewisse Elementartheile als besondere Werkstätten eigenthümlicher Stoffbildung zu betrachten.

Während bei der einen Classe organischer Wesen die form-

bildenden Stoffe erst als Endproducte der chemischen Lebensthätigkeit hervorgehen, werden der anderen Reihe der Organismen die Materialien ihres Baues schon zubereitet dargeboten.

Traten beim vegetabilischen Lebensprocesse die Elemente des Wassers und der Luft unter periodischer Abscheidung von Sauerstoff zu immer complicirteren Verbindungen zusammen, wobei die alte Form gleichsam zur Bildungsstätte für die Bestandtheile der neuen wird, so sehen wir umgekehrt in den thierischen Stoffwechsel sehr zusammengesetzte Verbindungen eintreten, aus diesen unter beständiger Aufnahme von Sauerstoff theils neue Formen sich bilden, theils die Bestandtheile der alten sich erneuern, und schliesslich als Endproducte der Stoffmetamorphose Körper weggeben, welche entweder schon einfache, binäre Verbindungen der Atome sind, oder leicht in dieselben zerfallen.

Liegt also im Allgemeinen dem thierischen Stoffwechsel ein Oxydationsprocess zu Grunde, so unterscheidet er sich doch von jedem anderen Verbrennungsprocesse derselben organischen Verbindungen wesentlich dadurch, dass in demselben gewisse gestaltgebende Kräfte auftreten, welche, indem sie eine eigenthümliche Specificität der Gewebe bewirken, zu gewissen eigenthümlichen Stoffcombinationen, denen wieder besondere Umsatzproducte entsprechen, Anlass geben.

Mögen nun auch im physiologischen Zustande des Organismus die in verschiedenen specifischen Geweben auftretenden Producte der Stoffmetamorphose eine solche gegenseitige Ausgleichung finden, dass schliesslich immer dieselben Excretstoffe zum Vorschein kommen, so wird dieses Verhältniss jedenfalls nicht mehr eintreten, wenn in Folge von allgemeinen oder localen Krankheiten gewisse Verbindungen nicht mehr oder mangelhaft gebildet werden, andere in abnormer Menge sich im Organismus anhäufen, und in dieser Beziehung können Untersuchungen von Gewebs- und Excretflüssigkeiten selbst für die praktische Medicin dadurch Werth bekommen, als sie wichtige Aufschlüsse über die Erkrankung der Organe zu geben vermögen.

Unsere Kenntnisse vom thierischen Stoffwechsel sind freilich noch sehr lückenhaft und werden es auch so lange bleiben, als es uns noch nicht gelungen sein wird, zu zeigen, in welchen Gewichtsverhältnissen die in denselben eintretenden C, H, N, O, S und vielleicht auch P Atome sich zusammen gruppiren, welche Veränderungen dieser Atomcomplex bei der Bildung der Gewebe eingeht, welche Atome und in welchem quantitativen Verhältnisse sich bei der Bildung der Membranen, Fasern, Röhren u. s. w. der Gewebe betheiligen, welche besonderen Stoffcombinationen sich in den specifischen Gewebssubstanzen bilden, welche Umsatzproducte und in welcher Reihenfolge beim Zerfall der Säfte und Gewebe auftreten, welche qualitative und quantitative Beschaffenheit die Excretstoffe jedesmal besitzen.

Man hat zwar gesucht auf analytischem Wege das Räthsel zu lösen, indem man die in den Organismus eintretenden Stoffe, zu welchen wir die Eiweisskörper und vielleicht auch die Fette zu zählen haben, mit verschiedenen Oxydationsmitteln behandelte. Man erhielt so aus Eiweiss zwei genau bestimmbare organische Verbindungen, Leucin und Tyrosin, vielleicht unmittelbare Spaltungsproducte, bei weiter gehender Zersetzung aber nur neben Ammoniak eine Reihe flüchtiger Fettsäuren und Benzoesäure, auf anderem Wege auch neben einem gelben, wenig gekannten Körper Zuckersäure und Oxalsäure. Die organisirten, Fasern, Lamellen u. s. w. bildenden Gewebsstoffe gaben nur Leucin, einige (leimgebende Gewebe) auch noch Glycin. Aus den Fetten erhielt man durchweg saure Producte, meist dieselben, die sich auch durch weitgehende Oxydation des Eiweisses erhalten liessen.

Die verschiedenen in den Geweben und Organen des Körpers auftretenden Stoffcombinationen, die man theils als besondere Modificationen des Eiweisses, theils aber auch als entschiedene Oxydationsproducte betrachtet, liessen sich bisher nicht künstlich erhalten; selbst die einem französischen Chemiker gelungen sein sollende Darstellung des Harnstoffes aus Eiweiss müssen wir als unrichtig betrachten, indem wir auf dem angegebenen Wege nicht Harnstoff, sondern Benzoesäure

erhielten und eine Verwechselung dieser mit salpetersaurem Harnstoff in dem französischen Falle stattgefunden zu haben scheint.

Von den künstlichen Zersetzungsproducten der Proteinstoffe wurden gerade die wichtigsten, Leucin und Tyrosin, lange Zeit im Thierkörper vermisst; erst den vereinten Bemühungen Staedeler's und Frerichs' ist es gelungen, diese beiden Körper zuerst in der pathologischen Leber des Menschen unzweifelhaft nachzuweisen, während sie in der gesunden Leber von Menschen und Thieren nicht anzutreffen waren.[1]) Dieser ersten Untersuchung folgten alsbald weitere, in zwei folgenden Abhandlungen[2]) niedergelegte, worin das Vorkommen der erwähnten Stoffe in der Milz, im Pankreas und seinem Saft, in den Speicheldrüsen und dem Speichel, den Lymphdrüsen, der Thyreoidea, Thymus, Gehirn-, Muskel- und Lungensubstanz, im Blut, Harn, Darminhalt von Menschen und Thieren, theils im gesunden, theils im kranken Zustande besprochen wurde.

Angeregt durch diese in der Physiologie des thierischen Stoffwechsels Epoche machende Entdeckung sind dann sowohl durch die unermüdlichen weiteren Forschungen der genannten Gelehrten, als auch durch andere auf diesem Gebiete thätige Forscher (Cloetta, Virchow, Gorup-Besanez, W. Müller u. A.) die einmal erhaltenen Resultate theils bestätigt, theils erweitert, theils aber auch, indem zugleich auf andere Körper bei der Untersuchung Rücksicht genommen wurde, schon bekannte Producte des Stoffwechsels an bisher noch nicht gewohnten Orten angetroffen, selbst weitere neue Verbindungen entdeckt worden.

Seit der Publication der citirten Abhandlung von Staedeler und Frerichs sind die Untersuchungen derselben sehr erheblich fortgeschritten; es sind die Organe von Repräsentanten aus sämmtlichen Thierclassen, so wie menschliche Organe und

1) Mittheilungen der naturf. Gesellschaft in Zürich. Bd. III. 445.

2) Wiener medicin. Wochenschrift. 1854. No. 30. — Mittheil. d. naturforsch. Gesellsch. in Zürich. Bd. IV. 80.

Säfte in grosser Zahl bei den verschiedensten Krankheiten untersucht worden.

Wünschenswerth blieb es nur noch, eine vergleichende Untersuchung sämmtlicher Organe eines und desselben Individuums bei verschiedenen Krankheiten vorzunehmen, um so mit grösserer Sicherheit die aufgefundenen Resultate mit der Natur der Krankheit in Beziehung bringen zu können.

Die Anregung zu diesen vergleichenden Untersuchungen erhielt ich zunächst von Herrn Professor Staedeler, so wie denn auch alle Arbeiten in seinem Laboratorium ausgeführt worden sind; das Material stammt aus der Klinik des Herrn Professor Lebert. Beiden Herren, welche mich durch ihren Rath und ihre reiche Erfahrung vielfach unterstützten, spreche ich hiermit meinen innigsten Dank aus.

Sollte der angedeutete Zweck erreicht und namentlich die Resultate auch für Andere nutzbar gemacht werden, so schien es vor Allem nothwendig zu sein, den Verlauf der Krankheit und die wichtigsten pathologisch-anatomischen Veränderungen an der Leiche kurz anzugeben. Der Umfang der Arbeit ist dadurch sehr vergrössert, die Uebersichtlichkeit in gleichem Maasse benachtheiligt worden; ein Resumé aus dem Gegebenen mit einzelnen sich daran knüpfenden Schlussfolgerungen soll daher den Schluss der Abhandlung bilden.

Mitunter, namentlich in der wärmeren Jahreszeit, waren ausführliche Untersuchungen der sämmtlichen Organe nicht durchführbar, weshalb wir uns damit begnügen mussten, einige, zuweilen auch nur eins der wichtigsten Organe in Arbeit zu nehmen.

Methode der Untersuchung.

Von den immer innerhalb der ersten 24 Stunden aus der Leiche genommenen Organen wurde ein hinlänglich grosses Stück, höchstens $^1/_4$ bis $^1/_2$ Pfund, fein zerrieben und mit dem ein- bis zweifachen Volum Weingeist 12 Stunden, zuweilen auch länger, in einem verschlossenen Kolben stehen gelassen. Mittelst Durchpressen durch einen Leinwandlappen wurden her-

nach die gelösten Materien von dem festen Rückstande getrennt, jene meist noch einmal durch Papier filtrirt und dann sogleich auf dem Wasserbade zum Syrup verdampft; die während des Eindampfens sich ausscheidenden Gerinnsel wurden durch wiederholte Filtration oder Coliren durch Leinwand getrennt.

Der durch diese Operation erhaltene Syrup schied nicht selten schon beim Erkalten Leucin in den bekannten Kugelgestalten aus, nach eintägigem Stehen auch Nadelbüschel von Tyrosin, wenn diese Körper überhaupt vorhanden waren. In zweifelhaften Fällen, oder um die genannten Körper reiner darzustellen, oder auch um gleichzeitig noch auf andere Stoffe zu prüfen, wurde der Syrup wieder in Wasser gelöst, die Lösung mit neutr. essigsaurem Bleioxyd gefällt, der sogleich durch Filtration getrennte Niederschlag nicht weiter berücksichtigt, das Filtrat dagegen mit bas. essigsaurem Bleioxyd versetzt. Nach mehrstündigem Stehen wurden die gefällten Stoffe, die wir künftig einfach den Bleiniederschlag nennen wollen, durch Filtration von den flüssigen getrennt und beide nun gesondert untersucht. Es wurde nämlich aus beiden, nachdem vorher der Bleiniederschlag in Wasser suspendirt worden, durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas das Blei als Schwefelblei ausgefällt, abfiltrirt und die Lösungen auf dem Wasserbade zum Syrup verdampft.

In demjenigen Theile, welcher die nicht durch Bleiessig fällbaren Stoffe enthielt, fanden sich Leucin, Tyrosin, Kreatin, Harnstoff, Zucker, im Bleiniederschlage Inosit, unter Umständen, namentlich wenn die zum zerriebenen Gewebe gesetzte Weingeistmenge zu gering war, um die etwa in den Säften gelöste Harnsäure auszufällen, auch kleine Mengen von diesem Körper.

Die Nachweisung der einzelnen Stoffe geschah auf folgende Weise:

Zur Erkennung des Leucin's diente immer die eigenthümliche Form seines Niederschlages, welche durch das Mikroskop erkannt wurde, zudem sein Verhalten beim Erhitzen im Glasrohr.

Tyrosin, obschon durch seine charakteristischen Niederschlagsformen hinlänglich kenntlich, suchten wir immer wo möglich zu isoliren und zur bekannten Piria'schen Reaction zu verwenden; durch Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak wurde einer allfälligen Verwechselung mit Gyps vorgebogen.

Kreatin und Kreatinin waren immer leicht durch ihre eigenthümliche Krystallform zu erkennen, ausserdem durch ihr Verhalten gegen Chlorzink.

In manchen Fällen wurde die Ausscheidung dieser Körper durch die Gegenwart hygroskopischer essigsaurer Salze gehindert. Zur Entfernung dieser wurde dann meistens so verfahren, dass man aus der weingeistigen Lösung des jene Salze enthaltenden Syrups die mit der Essigsäure verbundenen Basen durch eine frisch bereitete Mischung von verdünnter Schwefelsäure und Weingeist als schwefelsaure Salze grösstentheils ausfällte und die abfiltrirte Flüssigkeit, die natürlich keine freie Schwefelsäure enthalten durfte, wieder zum Syrup verdampfte.

Zur Prüfung auf Harnstoff und Zucker wurde meist der durch die Bleibehandlung erhaltene Syrup noch einmal mit absolutem Alkohol ausgezogen, die alkalische Lösung zum Syrup verdampft und zu einem Theil desselben concentrirte Salpetersäure gesetzt. Bei Anwesenheit von Harnstoff bildete sich ein krystallinischer Niederschlag von salpetersaurem Harnstoff, in welchem die Anwesenheit des Harnstoffs ausser der eigenthümlichen Form der Krystalle in den meisten Fällen noch dadurch constatirt wurde, dass man ihn mittelst Zersetzung der salpetersauren Verbindung durch kohlensauren Baryt isolirte.

Die Zuckerbestimmung geschah nach Staedeler's Methode[1]) mittelst Anwendung getrennter Lösungen von Kupfer-

1) Da noch in neuerer Zeit so häufig ungenaue Zuckerbestimmungen ausgeführt und so vielfach von anderen Methoden, die keineswegs an Sicherheit der Trommer'schen gleichkommen, die Rede gewesen ist, so halte ich es nicht für überflüssig, das Detail dieser Methode näher anzugeben.

Die Kupferoxydlösung enthält 1 pCt. met. Kupfer (=1,25 pCt.

oxyd, Kali und Weinsteinsäure, da einerseits bei der alten Trommer'schen Probe, wo nur eine Kupferoxyd- und Kalilösung zur zuckerhaltigen Flüssigkeit gesetzt werden, die Reaction durch Ausscheidung von Kupferoxyd häufig undeutlich wird, anderseits die Fehling'sche Mischung, einige Zeit gestanden, leicht zu Irrthum Anlass giebt. Erhielten wir auf Zusatz eines Theiles des auf die angeführte Weise erhaltenen Syrups zur alkalischen Kupferoxydlösung beim Kochen einen Niederschlag von Kupferoxydul, so konnten wir ziemlich sicher auf die Anwesenheit von Zucker schliessen, da in dem genannten Syrup Harnsäure, Allantoin, welches nach Staedeler's Beobachtungen ebenfalls die alkalische Kupferoxydlösung re-

---

Kupferoxyd), die Kalilösung 15pCt. käufliches Kalihydrat, die Weinsäurelösung 37,5pCt. krystallisirte Weinsäure. Die Lösungen werden in etwas weithalsigen Medicingläsern aufbewahrt, durch deren Kork enge Pipetten gesteckt sind, welche man mit einer Marke versieht, welche bei der Kupferoxyd- und bei der Kalilösung 10 CC anzeigt, bei der Weinsäurelösung 2 CC. Die Vermischung dieser Flüssigkeiten ist bei der angegebenen Einrichtung in wenigen Augenblicken ausgeführt, und man hat den Vortheil, eine Probeflüssigkeit zu besitzen, die durch blosses Kochen ohne Zucker niemals Kupferoxyd absetzt, denn auch die Weinsäure erhält sich bei dieser Concentration sehr lange unzersetzt, und sollte eine vorläufige Probe die bereits begonnene Zersetzung anzeigen, so ist nur nöthig, die Weinsäurelösung durch eine neue zu ersetzen, was in wenigen Minuten geschehen kann.

Vor Anstellung der Probe verdünnt man die gemischten Lösungen mit dem gleichen Volum Wasser, erhitzt bis nahe zum Sieden und setzt tropfenweise die auf Zucker zu prüfende Flüssigkeit zu, so dass Kupfer im Ueberschusse vorhanden bleibt. Das sich abscheidende Kupferoxydul zeigt dann mit nur ganz seltenen Ausnahmen eine schöne, tiefrothe Farbe.

Bei der Untersuchung von nicht diabetischem Harn kann der Fall eintreten, dass bei Gegenwart sehr kleiner Zuckermengen sich kein Kupferoxydul ausscheidet, sondern die Lösung beim Kochen nur trübe und bei reflectirtem Licht undurchsichtig grasgrün wird. Ich bin noch damit beschäftigt, diese merkwürdige Reaction aufzuklären und werde demnächst darüber berichten; vorläufig bemerke ich nur, dass dieselbe von grösserem Harnstoff- oder Kochsalzgehalt nicht herrührt, sie muss einem Extractivstoff zugeschrieben werden, der durch Bleiessig nicht entfernt werden kann.

ducirt, und andere ähnlich wirkende Körper nicht mehr vorhanden sein konnten.[1])

Der Inosit liess sich immer in den bekannten spröden, blättrigen Krystallen von schief-prismatischer Form dadurch erhalten, dass wir eine concentrirte wässerige Lösung desselben, die natürlich auch noch andere Stoffe enthalten konnte, bis zur bleibenden Trübung mit absolutem Alkohol versetzten und einige Tage stehen liessen. Schon nach 12 Stunden konnte man in der nun wieder klaren Lösung einen Krystallniederschlag wahrnehmen. Die ausgeschiedenen Krystalle wurden, um eine Verwechslung mit Gyps oder saurem oxalsauren Natron, welches sich einigemal auf ähnliche Weise wie der Inosit niederschlug, zu vermeiden, theils durch das Verhalten beim Verbrennen im Glasrohr, theils bei der bekannten Behandlung mit Salpetersäure, Ammoniak und Chlorcalcium als Inosit erkannt.

Zur Auffindung der Harnsäure bedurfte es in den meisten Fällen einer nochmaligen Ausziehung der von der Weingeistlösung abgepressten Gewebssubstanzen mit Wasser. In diesem wässrigen Auszuge wurde dann, nachdem vorher amorphe Materien durch neutr. essigsaures Bleioxyd entfernt worden, die Harnsäure durch bas. essigsaures Bleioxyd gefällt, der Bleiniederschlag in Wasser suspendirt, mit Schwefelwasserstoff zersetzt und die vom Schwefelblei nach vorherigem Erhitzen abfiltrirte Flüssigkeit auf dem Wasserbade zur starken Concentration eingedampft. Meist schied sich dann beim Stehen in der Kälte die Harnsäure krystallinisch aus; die Murexidreaction bestätigte sie immer als solche.

Häufig wurde neben Harnsäure ein amorpher, in braunen Körnchen oder Kügelchen sich niederschlagender Körper gefunden, welcher beim Abdampfen mit Salpetersäure einen gelben Fleck hinterliess; also Xanthin oder Hypoxanthin. Eine vollständige Trennung dieser Körper gelang bisher nicht; wir führen sie in dem Folgenden als Xanthin auf.

1) Auch vom Leucin hat Bödeker angegeben, dass es die alkalische Kupferoxydlösung reducire, indessen ist mir diese Reduction bei wiederholten Versuchen nicht vorgekommen.

Dieses in allgemeinen Zügen der Gang, den wir bei den nachstehenden Untersuchungen einzuschlagen bemüht waren; zahlreiche unwesentliche Modificationen unseres Verfahrens anzugeben, würde die Grösse dieser Abhandlung zu sehr ausdehnen.

Ergebnisse bei speciellen Krankheitsfällen.

I. Typhus.

Erster Fall.

Ausgesprochener, ziemlich intensiver Typhus bei einem kräftigen jungen Mann, Tod in der dritten Woche. Diffuse Tuberkelablagerung in beiden Lungenspitzen, zum Theil schon in Erweichung begriffen; Schwellung und Ulceration der solitären und agminirten Follikel des Ileum und der Follikel des Dickdarms, meist mit tiefer Schorfbildung; Verschwärung der Schleimhaut des Wurmfortsatzes; starke Schwellung der Lymphdrüsen des Mesenterium. Die Leber ist gross, auf dem Durchschnitt von blassbraunem lehmartigen Ansehen, die Milz bedeutend ausgedehnt, das dunkelviolettrothe Gewebe ziemlich fest, das Gefässnetz der Nieren stark injicirt.

a) Leber: Reaction neutral, geringe Ammoniakentwickelung bei Zusatz von Kalilauge zu einer Probe des zerriebenen Gewebes. Im weingeistigen Auszuge viel Leucin, weniger Tyrosin, auf Harnstoff und Zucker nicht geprüft. Der Bleiniederschlag enthält geringe Mengen Xanthin und Harnsäure neben Gypskrystallen.

b) Milz: enthält Leucin und Tyrosin in beträchtlicher Quantität.

c) Nieren: Reaction des Gewebes neutral, Ammoniaksalze nachweisbar, Leucin und Tyrosin in mässiger Menge; Inosit und Harnsäure nicht zu finden.

d) Lungen: Gewebe neutral reagirend, bei Kalizusatz ziemlich starke Ammoniakentwicklung; Leucin und Tyrosin in geringer Menge; viele Krystalle von Ammoniaksalzen.

e) Herzmuskel: enthält Leucin und Kreatin in beträchtlicher Menge; Harnsäure und Inosit nicht nachweisbar.

Zweiter Fall.

Ein 17jähriger Metzger zeigte während der ersten 14 Tage

die Erscheinungen eines Typhus mittlerer Intensität; im Laufe der dritten Woche gesellten sich zu der schon bestehenden Diarrhoe mehrere copiöse Darmblutungen; blauviolette Flecke deuteten auch auf Blutaustritt in's Unterhautzellgewebe; der Kranke bekam Delirien, die Diarrhoe hörte auf, unter schnellem Verfall der Kräfte trat am 22. Tage der Krankheit der Tod ein.

Section 12 Stunden nach dem Tode bei mittlerer Temperatur. Das Blut ist dünnflüssig, dunkelroth, entwickelt aus den Gefässen tretend Gasblasen. Leber, Milz und Nieren zeigen im Inneren und unter ihren fibrösen Ueberzügen eine Menge lufthaltiger Lücken, gleich einem Stück Käse, Gehirn und Muskeln bieten nichts Aehnliches dar; die Lungen sind grösstentheils lufthaltig, das Lebergewebe von gleichmässig lehmartiger Färbung, leicht zu zerreiben, das Milzparenchym weich, mehrere Blutextravasate darbietend. Im Ileum Geschwüre mit Schwellung der umgebenden Schleimhaut, Mesenterialdrüsen stark geschwollen mit weicher dunkelvioletter Pulpa.

a) Blut: aus den Carotiden gesammelt, schwach sauer reagirend, nicht gerinnend. Der weingeistige Auszug enthält ansehnliche Mengen Leucin, Tyrosin nicht nachzuweisen.

b) Leber: der Gewebssaft reagirt schwach sauer, entwickelt Ammoniak bei Zusatz von Kalilauge; der Weingeistauszug des Gewebes zeigt nach Entfernung der durch Bleiacetat fällbaren Stoffe beinahe reines Leucin und Tyrosin in grosser Menge.

Dritter Fall.

Ein kräftiger Mann von 30 Jahren erliegt am Ende der zweiten Woche ziemlich intensiven Typhuserscheinungen. Im Darm zeigen sich geringe Veränderungen; einzelne Follikel der wenig sonst geschwollenen und nicht sehr hyperämischen Peyer'schen Plaques sind geborsten, wodurch die Oberfläche der letzteren ein reticuläres Ansehen erhält; die Mesenterialdrüsen sind nicht merklich vergrössert; das Lebergewebe ist entfärbt, lehmfarben, die Milz sehr blutreich, geschwollen, viel pulpöse Substanz enthaltend.

a) Leber. Die durch Weingeist extrahirten Materien sind sehr beträchtlich und enthalten reichlich Leucin und Tyrosin; durch basisch essigsaures Bleioxyd lässt sich daraus ein Körper fällen, welcher in der syrupösen Mutterlauge in braunen, oft mehrfach zusammengruppirten Kugeln sich niederschlägt; isolirt bildet er ein braunes, in kaltem Wasser schwer, in heissem leicht lösliches Pulver; aus seinem Verhalten gegen Sal-

petersäure zu schliessen, scheint er dem Atomcomplex Hypoxanthin, Xanthin, Harnsäure anzugehören.

b) Milz: zeigt eine weit geringere Menge extractiver Materien als die Leber; sie enthalten mässige Mengen Leucin und Tyrosin.

Vierter Fall,

betreffend eine 30jährige Kranke, welche nach mehrwöchentlicher Dauer eines schweren Typhus 5 Monate lang an tiefem Decubitus der rechten Glutaealgegend und hinteren Seite des Oberschenkels darniederlag, bei kräftiger Kost und längerer Anwendung von China, später Eisenmitteln, sich längere Zeit wieder zu erholen schien, dann aber doch unter hydro-anämischen Erscheinungen zu Grunde ging.

In der Leiche zeigen sich noch alle Spuren eines intens typhösen Processes. Im Ileum ist an der Stelle der gehäuften Follikel die Muscularis blosgelegt, theilweise mit Granulationen bedeckt, welche die Form von Zotten haben; die Gefässnetze der umgebenden Schleimhaut sind stark injicirt. Das Lebergewebe ist von fester Consistenz, die Zellen enthalten wenig Fett; die ziemlich grosse Milz zeigt ebenfalls ein festes Gewebe, dunkelrothe Färbung; die malpighischen Körperchen sind auffallend stark entwickelt und geben als hirsekorngrosse Knötchen dem Milzdurchschnitte ein gesprenkeltes Ansehen (Sagomilz).

a) In der Leber findet sich Leucin, aber kein Tyrosin; Harnstoff kann nicht nachgewiesen werden, auf Zucker nicht geprüft.

b) Milz. Ein auf gleiche Weise wie bei der Leber behandeltes Stück Milzgewebe giebt ziemlich reichliche Mengen von Leucin und Tyrosin.

Fünfter Fall.

Die Kranke ist 19 Jahre alt, Seidenwinderin, zeigt in der ersten Woche ihrer Krankheit Delirien mit grosser Aufregung und Unruhe, nimmt dabei sichtlich, ohne dass profuse Ausleerungen eingetreten wären, an Körpergewicht und Kräften ab und stirbt erschöpft am Ende der zweiten Woche.

In der Leiche findet man 15 Stunden nach dem Tode das Gehirn ziemlich normal, im Arachnoidealraum viel Flüssigkeit, diese bereits fehlend in der Pleura- und Perikardiumhöhle, das Blut dunkel geröthet, halb geronnen, ohne feste Fibrincoagula, im Dünndarm mehrere Spulwürmer, Hyperämie der Schleimhaut ohne Schwellung, nur die unterste P. Plaque ist leicht

geschwollen und theilweise ulcerirt. Das Lebergewebe ist wenig verändert, stellenweise gelblich entfärbt, die Galle gelbbraun dünnflüssig, die Milz nicht vergrössert, ihr Gewebe fest, dunkelviolett, an der Luft hochroth werdend; die Ohrspeicheldrüsen sind geschwollen, hyperämisch, von Eiter durchtränkt.

a) Im Gehirn lassen sich weder Leucin, noch Kreatin oder Kreatinin oder Harnstoff nachweisen, wohl aber geringe Mengen Inosit. Cholestearin und die übrigen Fette scheinen reichlich vorhanden zu sein.

b) Muskelgewebe (vom Pectoralis und Serratus anticus) enthält Harnsäure und in auffallender Menge Kreatinin neben etwas Kreatin; Harnstoff oder Leucin sind nicht zu finden.

c) Lungen geben etwas Harnsäure, kein Leucin.

d) Leber. Im Bleiniederschlage findet sich wieder der oben (dritter Fall) erwähnte Körper, welcher durch die Form seines Niederschlages sich wesentlich vom Xanthin unterscheidet; ausserdem enthält die Leber Leucin, kein Tyrosin, eben so wenig Zucker.

e) Milz, enthält Leucin und Tyrosin in mässiger Menge.

f) Parotis, liefert auffallend viel Leucin und Tyrosin.

g) Nieren. Auch dieses Organ ist reich an beiden Körpern, auf Inosit wurde vergebens gesucht.

h) Blut. Im Weingeistauszug etwas Harnstoff, kein Leucin.

i) Galle, wird auf Leucin mit negativem Erfolge geprüft.

II. Pleuritis mit Cerebralerscheinungen.

Ein kräftiger Mann von 41 Jahren kam mit den Erscheinungen einer rechtseitigen Pleuritis in's Spital; nach einigen Tagen traten auch auf der linken Seite die Zeichen einer Entzündung der Pleura mit Erguss auf, es stellten sich Delirien ein, welche bald einen furibunden Charakter annahmen, dann in Depressionserscheinungen übergingen und in wenigen Tagen mit dem Tode endigten.

Bei der 10 Stunden nach dem Tode vorgenommenen Section zeigten sich Spuren alter Blutextravasate (rostfarbene Flecken) an den Gehirnhäuten, ein nussgrosser Erweichungsheerd an der Basis des linken vorderen Gehirnlappens. Die rechte Lunge adhärirt durch zahlreiche Bindegewebsstränge an der Brustwand; in der linken Thoraxhöhle findet sich neben starker Ge-

fässfülle der Pleurablätter ein reichlicher Erguss mit faserstoffigen Pseudomembranen. Die Leber ist von gleichmässiger, röthlich brauner (lehmartiger Färbung, die meisten Zellen enthalten grosse Fettropfen. Die Milz ist vergrössert, 16 Cm. lang, 9 breit, $2^1/_2$ dick, das Gewebe sehr weich, mit vielen Blutextravasaten. Sonst keine abnormen Veränderungen.

a) Leber (allein untersucht), zeigt einen grossen Reichthum extractiver Materien, darunter beträchtliche Mengen Leucin und Tyrosin; auch der unter I., dritter Fall, a) erwähnte braune Körper ist ziemlich reichlich vorhanden.

III. Lähmung des Rückenmarks in Folge von Wirbeleiterung.

Ein corpulenter Bäcker von 23 Jahren, schon seit 6 Monaten Schmerz in der Lendengegend beim Bücken wahrnehmend, empfindet plötzlich nach einem etwas ungewohnten Sprunge einen heftigen, stechenden Schmerz in derselben Gegend, auf welchen nach 2 Tagen Schmerzen in den unteren Extremitäten mit dem Gefühl von Eingeschlafensein folgen. 4 Tage nach dem Zufall zeigt der Kranke heftige Schmerzen längs des ganzen Rückgrats, vollkommene Gefühls- und Bewegungslosigkeit der Beine bis zur Leistengegend; der Harn kann nicht entleert werden, der Katheterismus ist unempfindlich, die Stuhlausleerungen sind unwillkürlich. In den folgenden Tagen werden auch die Bauchdecken und ein Theil der Thoraxwand unempfindlich, während die Athembewegungen ungestört bleiben; in der Nacht des letzten Tages (acht Tage nach dem Zufall) traten zeitweise Delirien ein, und der Kranke stirbt gegen Morgen unter komatösen Erscheinungen.

Bei der Section findet man den linken Querfortsatz des III. Lendenwirbels cariös, Eiter im linken Sacrolumbalmuskel und in der Scheide des Psoas, im Wirbelcanal vom Steissbein bis zum VII. Halswirbel, zwischen dem Knochen und der harten Haut; die Rückenmarkshäute sind stark hyperämisch, das Rückenmark selbst ohne auffallende Veränderung, blutreich und besonders in der oberen Lendengegend sehr weich. Lunge, Leber und Milz sind blutreich.

a) Lunge: enthält viel Ammoniaksalze, Leucin in mittrer Quantität, kein Tyrosin, etwas Harnsäure.

b) Leber: kein Ammoniak nachweisbar; beträchtliche Mengen extractiver Materien mit viel Leucin und Tyrosin; Zucker und Harnstoff nicht nachzuweisen.

c) Milz: Ammoniaksalze nicht vorhanden, Leucin und Tyrosin reichlich, kein Harnstoff oder Zucker.

d) Nieren: kein Ammoniak, die extractiven Materien beträchtlich mit mittleren Mengen Leucin und Tyrosin; auf andere Stoffe nicht geprüft.

e) Herz: Ammoniaksalze nachweisbar, wenig extractive Materien, enthalten Leucin und Kreatin.

IV. Blutarmuth als Folge mangelhafter Ernährung.

Erster Fall.

Ein 44jähriger Baumwollenweber, in ziemlich ärmlichen Verhältnissen lebend, früher nie bedeutend krank, zeigt seit einem Jahr leicht ikterischen Teint, bald eintretende Ermattung bei der Arbeit; seit 6 Monaten leidet er öfters an Diarrhöe, welche in den letzten 4 Wochen anhaltender und sehr profus geworden sein soll, während zugleich Mattigkeitsgefühl und Schwäche ihm selbst Stehen und Gehen erschwerten.

Der unter diesen Verhältnissen am 19. Juni in's Spital aufgenommene Kranke zeigt eine mittlere Körpergrösse, eine blasse, leicht in's Ikterische spielende Farbe mit schlaffer Beschaffenheit der Haut, wenig kräftige Musculatur, eine kaum über das Knabenalter vorgeschrittene geistige und körperliche, namentlich auch geschlechtliche Entwicklung. Der kleine schwache Puls, die bisweilen blasende Systole, die sausenden Geräusche in den Jugularvenen werden als Symptome der Anämie gedeutet. Die Respirationsorgane erscheinen normal, Gefühl von Beengung. Während Appetit und Nahrungseinnahme regelmässig sind, sind die Ausleerungen diarrhoisch, 2—3 Mal täglich; der Harn ist hellgelb, klar, ohne nachweisbare abnorme Bestandtheile. Ueber Schmerzen klagt der Kranke niemals.

In den nächsten 14 Tagen sistirt unter dem Gebrauch einer grösstentheils animalischen Kost und adstringirender Mittel die Diarrhoe, aber das Allgemeinbefinden bleibt sich gleich. Der Kranke verbringt einen grossen Theil des Tages im Bette, beim Aufstehen klagt er über ein Gefühl von Schwere und Engbrüstigkeit; Druck auf die Herzgrube soll etwas schmerzhaft sein. Gegen Abend zeigt sich Oedem an den unteren Extremitäten. Im Laufe von 2 Monaten wird der Kranke trotz einer tonisch-analeptischen Behandlung und ohne dass eine öftere Untersuchung irgend eine Localkrankheit entdecken lässt, immer mehr marastisch, die Esslust schwindet und der Tod erfolgt Mitte August.

Die Leichenuntersuchung ergiebt Nichts, was in irgend einer Art das Leiden aufklären könnte. Blutmangel in den meisten Organen, blassgelbliche Entfärbung mit leichter seröser Infiltration der Gewebe, besonders der Muskeln, des Gehirns, der Drüsen; etwas getrübte Flüssigkeit in den serösen Höhlen.

Die nähere mikroskopische und chemische Untersuchung der einzelnen Organe ergiebt Folgendes:

a) Leber: von normaler Grösse, blasser, röthlich brauner Farbe, ziemlich fester Consistenz. Die Leberzellen zeigen nur theilweise einen dunkel granulirten Inhalt mit einzelnen grösseren Körnchen oder auch Fetttröpfchen; viele sind blass, meist jedoch mit noch deutlichem Kern, zerfallen leicht, und man sieht viele freie Kerne neben Zellendetritus. — Durch Eindampfen des weingeistigen Auszuges wird eine braune syrupartige Masse erhalten, in welcher sich nach 12stündigem Stehen Leucin und Tyrosin, beide in beträchtlicher Menge ausgeschieden haben; nachdem die durch Bleizucker und Bleiessig fällbaren Stoffe entfernt worden, bleibt beinahe eine reine Lösung von Leucin und Tyrosin zurück.

b) Nieren: Gewebe von blassröthlicher in's gelbliche spielender Färbung. Die Harncanälchen zerfallen leicht in Detritus; die Epithelialzellen sind wenig verändert, blass. Der Gewebssaft reagirt neutral. Neben beträchtlichen Mengen Leucin und Tyrosin kann auch etwas Inosit gewonnen werden.

c) Milz: vergrössert, Gewebe weich, viel pulpöse dunkelrothe Masse enthaltend, der Saft reagirt neutral. Im weingeistigen Auszuge viel Leucin und Tyrosin; die durch Bleiessig gefällten Stoffe blieben unberücksichtigt.

d) Lungen: der linke obere Lappen ist ödematös infiltrirt, sonst erscheint das Gewebe ganz normal, enthält ebenfalls reichlich Leucin und Tyrosin; die Materien des Bleiniederschlages sind sehr gering.

e) Pankreas: der Saft des Gewebes reagirt neutral, hat eine dünne viscöse Beschaffenheit, wird auch durch Erhitzen und Entfernung der ausgeschiedenen Gerinnsel nicht ganz klar, enthält ebenfalls sehr viel Leucin und Tyrosin; die Substanzen des Bleiniederschlages geben einen geringen Rückstand.

Zweiter Fall.

Die Krankheit scheint auch hier mit Verdauungsstörungen, zeitweise auftretender Diarrhoe begonnen zu haben. Die Kranke ist 53 Jahre alt, Landarbeiterin, lebte in gedrückten Verhältnissen; sie sieht kachektisch aus, zeigt Oedem des subcutanen

Zellgewebes, Ascites, kein Fieber. Der Harn ist hellgelb, von 1010 bis 1015 spec. Gew.

Bei der anatomischen Untersuchung findet man die Flüssigkeiten in den serösen Höhlen der Brust und des Abdomen gemehrt, die Organe blass entfärbt. Herz und Gefässe enthalten höchst geringe Mengen Blut, nur aus den Venen der unteren Extremitäten lassen sich einige Unzen erhalten. Das Herz ist sehr contrahirt, seine Wandungen verhältnissmässig dick, sein Lumen klein, die Muskelfasern feinkörnig infiltrirt. Das Lebergewebe ziemlich fest, blassbraun, die Zellen mit deutlichem Kern und gleichmässig feinkörnigem Inhalt. Die Galle gelb braun, dünnflüssig. Die Milz von mittlerer Grösse, fester, dunkelrother Pulpa. Nieren und Nebennieren wenig verändert; die solitären Follikel des Dickdarms sehr hervorstehend.

a) Blut, 90 Grm. bei der Section gesammelt, dünnflüssig, alkalisch reagirend; es lässt sich darin Harnsäure, etwas Kreatin und Leucin nachweisen.

b) Milz. Extractive Materien gering, enthalten Leucin, Tyrosin; Harnsäure ist nicht zu entdecken. Im Aetherauszug des von Weingeist und Wasser befreiten Gewebes findet sich Cholestearin.

c) Leber, enthält Leucin und Tyrosin in beträchtlicher Menge; auf Zucker wurde mit negativem Erfolge geprüft. Im Bleiniederschlage findet sich viel Xanthin neben etwas Harnsäure.

d) Nieren, enthalten viel Leucin und Tyrosin; auf Harnsäure und Inosit wurde nicht Rücksicht genommen.

e) Herzmuskel, giebt Leucin und Kreatin in beträchtlicher Quantität; die Materien des Bleiniederschlags gering.

f) Gehirn. Im Weingeistauszug finden sich Leucin, Kreatin, Inosit; auf Cholestearin und andere Fette wurde nicht geprüft.

V. Tuberculose.

Erster Fall.

Eine 17jährige Seidenwinderin kommt im December unter den Erscheinungen einer vorgeschrittenen Lungentuberculose ins Spital. Der Verlauf der Krankheit, welche schon vor 6 Monaten ihren Anfang genommen haben soll, bietet nichts Besonderes dar. Die Kranke stirbt nach 8 Tagen unter den Symptomen grosser Dyspnoe mit starkem Fieber.

Bei der 18 Stunden nach dem Tode gemachten Section findet man das Gehirn und seine Hüllen blutreich, beide Lungen mit der Thoraxwand verwachsen, im linken oberen Lungenlappen eine hühnereigrosse Caverne, das umgebende Lungengewebe grösstentheils tuberculös infiltrirt, fest, mit zerstreuten kleineren, erbsen- bis haselnussgrossen Excavationen. Der untere linke Lappen enthält in seinem lufthaltigen Gewebe zahlreiche Miliartuberkel. Der rechte obere Lappen ist stellenweise geschrumpft, im Uebrigen ödematös, an den vorderen Rändern emphysematös, der mittlere zeigt kleinere Cavernen, der untere ist meist gesund. Die Bronchialdrüsen sind geschwollen, dunkelviolett. Das Herz enthält breiiges, dunkelrothes Blut. Die Leber ist fettreich, von muskatartiger Schnittfläche, trocken, blutarm, grosse Fetttropfen in den Leberzellen. Die Milz ziemlich ausgedehnt, mit festem, dunkelrothem Gewebe. Im Magen finden sich einige Spulwürmer. Die Geschlechtsorgane sind wenig entwickelt.

a) Gehirn: neben Leucin und Kreatin enthält es Inosit in auffallender Quantität.

b) Herzmuskel: enthält dieselben Bestandtheile wie das Gehirn; Inosit kaum nachweisbar.

c) Lungengewebe: (grösstentheils tuberculös infiltrirt), entwickelt Ammoniak bei Zusatz von Kali. Die durch Weingeist extrahirten Materien in geringer Menge, enthalten reichlich Ammoniaksalze neben Leucin in ziemlicher Menge.

d) Leber: enthält Leucin, Tyrosin zeigt sich weit spärlicher; durch Salpetersäure lassen sich winzige Mengen von salpetersaurem Harnstoff erhalten.

e) Milz: enthält Leucin und Tyrosin in mässiger Menge; die durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällten Stoffe in höchst geringer Menge.

f) Nieren: Leucin ziemlich reichlich, Tyrosin spärlicher: Ammoniaksalze nachweisbar. Im Bleiniederschlage Harnsäure und Xanthin.

Zweiter Fall,

eine 35jährige Frau betreffend, bietet das Eigenthümliche, dass die Krankheit während der Schwangerschaft verläuft, mit Helkose des Larynx complicirt ist. Die Erscheinungen des letzteren Leidens, Heiserkeit, Schmerzen beim Sprechen und Schlingen, zeitweise Erstickungsanfälle, waren im Anfange während mehrerer Monate vorherrschend; dabei nahm die Kranke zu-

sehends an Kräften ab, gegen Ende der Krankheit entwickelten sich Soorpilze auf der Mundschleimhaut. Die Geburt verlief normal, mit lebendem Kind. Nach derselben grosse Erschöpfung, die Athembeschwerden anfangs geringer; dabei anhaltendes Fieber, schneller Verfall der Kräfte, Tod nach 14 Tagen.

Bei der anatomischen Untersuchung findet man Ulceration der Larynxschleimhaut mit theilweiser Zerstörung der Epiglottis, Epithelialwucherung an der Zungenwurzel, in beiden Lungenspitzen ein verschrumpftes, stark pigmentirtes Gewebe mit kleineren von breiigkäsiger Masse gefüllten Excavationen, die übrigen, lufthaltigen Lungenpartien mit grauen, miliaren Tuberkeln durchsäet, den Darmkanal wenig verändert, die Leber blutarm, mit lehmartig entfärbtem Gewebe, die Milz vergrössert, reich an pulpöser Substanz.

Im weingeistigen Auszug der Leber, welcher einen beträchtlichen festen Rückstand giebt, finden sich reichliche Mengen von Leucin und Tyrosin; die Prüfung auf Harnstoff mit concentrirter Salpetersäure ergiebt ein negatives Resultat.

Dritter Fall.

Die 19jährige Kranke, Fabrikarbeiterin, fühlt sich schon seit 5 Monaten zeitweise unwohl; vor 14 Tagen traten Erscheinungen einer Affection des Bauchfells ein und machten Patientin bettlägerig. Unter anhaltendem intensivem Fieber, Appetitlosigkeit, Diarrhoe tritt schneller Verfall der Kräfte ein und der Tod erfolgt nach drei Wochen. In den letzten Tagen ist der Harn auffallend dunkelbraun gefärbt, sonst klar, sauer, ohne Eiweiss. Auf Zusatz von concentrirter Salzsäure scheiden sich nach 12stündigem Stehen eigenthümlich spiessförmige, blauviolett gefärbte Harnsäurekrystalle aus, und an der Oberfläche des trüblichen Harns zeigt sich ein blaues Häutchen. Das durch Salzsäure bewirkte Sediment giebt gewaschen und getrocknet an Aether einen schön violetten Farbstoff ab, während ein brauner in kaltem Weingeist löslicher und ein blauer, davon nicht aufgenommener, zurückbleibt.

Der anatomische Befund (14 Stunden nach dem Tode) ist folgender: Gehirn blutleer, Cerebrospinalflüssigkeit reichlich, in den serösen Höhlen der Brust wenig Flüssigkeit, in beiden Lungenspitzen disseminirte, traubige, nicht erweichte Tuberkeln; Herzmusculatur weich, schlaff, Herzblut gut geronnen. Abdominalhöhle mit übelriechenden Gasen gefüllt, an der Oberfläche der Därme Fäcalstoffe. Im ganzen Umfange des Peritonaeum finden sich zerstreute erbsen- bis bohnengrosse pustelartige Knoten aus gelblich-käsigem Gewebe, oder auch plaqueartig ausgebreitete ulcerirte Stellen. Das Peritonaeum ist verdickt, die Oberflächen der Leber und Milz mit dem Diaphragma und

Magen, sowie die Darmschlingen unter sich verwachsen. Die Intestinalschleimhaut ist mit Ausnahme von zwei Stellen im Dickdarm, wo sie von aussen her durchbrochen ist, nicht wesentlich verändert. Lebergewebe blutleer, schlaff, gelbbraun tingirt, die Zellen blass, ohne scharfe Conturen, feinkörnig infiltrirt, einzelne enthalten Fetttröpfchen. Galle braun, syrupartig. Milzgewebe weich, hellviolett, die Epithelien der Harncanälchen körnig infiltrirt, die Kerne bei Essigsäurezusatz deutlich.

a) Blut, schwach alkalisch, enthält einzelne Fibrincoagula. Es findet sich darin Leucin in beträchtlicher Menge, etwas Tyrosin, Harnstoff und Harnsäure.

b) Leber. Der Weingeist, verbunden mit einem nachträglichen Wasserauszug, ist auffallend gelb gefärbt, liefert Tyrosin in reichlicher Quantität, Leucin, Xanthin u. s. w. Spuren von Harnsäure.

c) Galle. Nach Fällung der Gallensäuren und Farbstoffe mit Bleiessig bleibt Leucin neben einem anderen in Weingeist schwer löslichen, krystallinischen Körper.

d) Milz, enthält reichliche Mengen Leucin, wenig Tyrosin, etwas Xanthin.

VI. Acuter Gelenkrheumatismus.

Die Dauer dieser Krankheit, bei einem kräftig gebauten, 40jährigen Schmiede, ist genau 14 Tage. Neben mehr oder weniger starken, in verschiedenen Gelenken abwechselnd auftretenden Schmerzen, fast constantem Schweiss, besteht ein continuirliches Fieber mit einer Temperatursteigerung auf 39—40° C. (in der Achselhöhle gemessen) und einer Pulsbeschleunigung zwischen 80 und 100. Am Abend des letzten Tages, 8 Stunden vor dem Tode, zeigt das Thermometer die auffallende Höhe von 41° C.; in der Nacht delirirt der Kranke öfters und stirbt gegen Morgen. Der Harn zeigte während der ganzen Krankheit wenig auffallende Veränderungen, bei einer täglichen Quantität von 1000—1500 CC. und einem Gewicht von 1020 bis 1027. Von Arzneimitteln wurden dem Kranken vom sechsten Tage an 12—16 Gran schwefelsaures Chinin täglich gegeben, am 12. und 13. Tage war ausgesetzt worden.

Bei der Section lassen sich wesentliche pathologische Veränderungen in keinem Organe entdecken. Am meisten verändert erscheint noch das Blut; es bildet eine halbgeronnene dunkelrothe Masse im Herzen und den grossen Gefässstämmen, die Intima und das Endokardium kirschroth imbibirend; an der hinteren Oberfläche des Herzens zeigen sich unter dem Perikar-

dium einzelne hirsekorngrosse Ekchymosen. In den meisten Gelenken findet man eine ziemlich klare, bernsteingelbe Synovia, in welcher einzelne Faserstoffflocken und Eiterkörperchen zu entdecken sind; nur im rechten Schultergelenk ist die Synovia trübe und enthält eine ziemliche Menge Eiterzellen. Die Synovialmembran und der Gelenkknorpel sind überall intact.

a) Blut: rührt von einem Aderlass her, welcher zwei Stunden vor dem Tode gemacht worden ist. Die Untersuchung auf Leucin und Tyrosin ergiebt ein negatives Resultat; dagegen lassen sich mit Salpetersäure beträchtliche Mengen salpetersauren Harnstoffes ausfällen. Die Menge des rein dargestellten, nachher wieder als salpetersaure Verbindung gefällten Harnstoffes mit der Quantität des angewandten Blutes verglichen, ergab einen ungefähren Procentgehalt von 0,01. (Die Zahl ist wegen der bedeutenden Verluste offenbar viel zu klein.)

b) Gehirn: enthält reichliche Mengen Inosit, daneben Leucin und Kreatin; Harnstoff lässt sich nicht nachweisen.

c) Leber: viel Leucin und Tyrosin; die Gegenwart von Zucker und Harnstoff nicht zu constatiren.

VII. Herzkrankheit.

Die Kranke, eine 35jährige Frau, wurde schon vor einem Jahr von Apoplexie mit linksseitiger Hemiplegie, die zum Theil noch jetzt in der oberen Extremität fortbesteht, befallen. Das wesentlichste Symptom des Herzleidens ist Stauung im Venensystem mit grosser Dyspnoe. Oedem der unteren Extremitäten. Der stark eiweisshaltige Harn ist meist tief gelbbraun gefärbt, und enthält öfters bei saurer Reaction ein starkes Sediment von harnsaurem Ammoniak. Die anatomische Untersuchung ergiebt ausser einer apoplektischen Narbe in der rechten Gehirnhemisphäre wesentliche Veränderungen im Klappenapparat des Herzens, welche in einer Verdickung und Schrumpfung des einen Zipfels der Mitralklappe, in Auflagerungen (aus Fettzellen gebildet) auf die Ränder der Aortaklappen bestehen, neben gleichzeitiger Hypertrophie der Wände des linken Ventrikels und Erweiterung des linken Vorhofes, auf dessen Innenseite man unter dem Endokardium grössere und kleinere Knochenplättchen (eine Art verkalkten Bindegewebes) antrifft. Die Leber zeigt eine eigenthümliche, rauhe, körnige Oberfläche; das Gewebe ist zähe, trocken, zeigt auf dem Durchschnitt das gesprenkelte Ansehen der sogenannten Muskatleber; die Leberzellen sind blass, fein granulirt, enthalten wenig Fett, häufig trifft man zwischen denselben kernhaltige Fasern; in den Gallengängen wenig ochergelbe Galle. Die Milz ist normal, die Lunge blutreich.

Die chemische Untersuchung der Leber ergab Leucin, Tyrosin und Harnsäure; Zucker und Harnstoff wurden nicht gefunden.

VIII. Syphiliskachexie.

Eine 47 Jahre alte, sehr abgemagerte Weberin kommt mit den Erscheinungen einer beträchtlichen Flüssigkeitsansammlung im Abdomen und mässigem Oedem der Beine in's Spital. Eine vertiefte Narbe auf der linken Stirn, die eingefallene Nase, das grösstentheils zerstörte Gaumensegel, eine beträchtliche Knochenauftreibung an der rechten Tibia deuten auf einen früheren tertiär-syphilitischen Process, welcher nach den Aussagen der Kranken schon im 22. Jahre die Knochen ergriff. Kreislaufsstörungen sollen erst seit einem Jahr sich bemerkbar gemacht haben. Fieber besteht nicht; der Harn ist klar, hellgelb, von 1020 sp. Gew., sauer, enthält kein Eiweiss. Ziemlich intenser Darmkatarrh. Zur Erleichterung der Kranken werden aus der Bauchhöhle 10 Litres Flüssigkeit entleert. Nach der Punction schneller Verfall der Kräfte, zeitweise Erbrechen, Tod nach 6 Tagen.

Der anatomische Befund (16 Stunden nach dem Tode) ergab bezüglich der Knochenaffectionen am Stirnbein und der knöchernen Nasenscheidewand vollständige Vernarbung und Ueberhäutung, an der Tibia Osteophytenbildung. Beide Lungen sind durch reichliche Bindegewebsmassen mit der Thoraxwand verwachsen, übrigens lufthaltig und gesund; das Herz von normaler Grösse, wenig Flüssigkeit im Perikardialsacke, auf der Innenseite der Aorta atheromatöse Flecken, zum Theil mit Kalkeinlagerung, die Aortaklappen steif und verdickt. Der fibröse Ueberzug der Leber bildet ein mächtiges Bindegewebsstratum, welches einerseits mit dem Zwerchfell und dem Nierenzellgewebe fest verwachsen ist, anderseits mit einem sehr entwickelten Bindegewebsmaschenwerk des Leberparenchyms zusammenhängt, wodurch dieses Organ beträchtlich zusammengeschnürt wird. Diese interstitielle Bindegewebswucherung zeigt sich indessen nur zwischen grösseren Leberpartien, keineswegs gleichmässig zwischen den einzelnen Läppchen; das granulirte Ansehen der kirrhotischen Leber fehlt vollkommen. Die Leberzellen sind gut erhalten, mit blassem, einige grössere, gelbliche Körnchen enthaltenden Inhalt und deutlichen Kernen. Auch der fibröse Ueberzug der Milz ist verdickt und bildet Adhärenzen mit der Leber und dem Bauchfell. Auffallend ist die grosse Dimension der Milz (16 Cm. Länge, 11 Breite, 4.5 Dicke) gegenüber der Leber (22 Cm. Länge, 14 Breite, 5 Dicke). Die Bauchhöhle ist mit einer trüben, eiterhaltigen Flüssigkeit ausgefüllt, das Peritonaeum der vorderen Bauchwand zeigt fleckenartige, entzündliche Röthung. Im Mesenterium finden sich zwei hüh-

nereigrosse Geschwülste aus festem fasrigen Bindegewebe; die eine ist knorpelartig hart, ihr Centrum erweicht und enthält deutliche Krebszellen. Die Schleimhaut der Vagina ist in ein weiches zellen- und gefässreiches Krebsgewebe umgewandelt, welches am Muttermunde weiche, papilläre Excrescenzen bildet.

a) Flüssigkeit aus der Bauchhöhle, während des Lebens entleert: reagirt alkalisch, spec. Gew. 1015.

100 Theile enthalten . . . . 97,62 Wasser,
2,38 feste Bestandtheile.

Unter den letzteren finden sich Albumin (1,13 pCt.), Zucker (0,3 pCt.) und Harnsäure; Harnstoff nicht nachzuweisen.

b) Gehirn: liefert eine ziemlich geringe Menge durch Weingeist ausziehbarer Stoffe, sie enthalten Kreatin, Leucin, Harnstoff: die Gegenwart des Inosits ist nicht sicher zu constatiren.

c) Herz, giebt ebenfalls eine geringe Menge extractiver Materien, darunter Kreatin, Harnstoff, Harnsäure und Xanthin in geringer Quantität.

d) Leber: enthält Leucin in mässiger Menge, wenig Tyrosin, keinen Zucker, etwas Harnsäure.

e) Milz: liefert Leucin und Tyrosin in ansehnlicher Quantität; die durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällten Stoffe sind sehr gering, sämmtlich amorph, namentlich ist die Gegenwart der Harnsäure nicht zu constatiren.

f) Nieren: kein Leucin und Tyrosin zu entdecken, eben so wenig lässt sich Harnstoff nachweisen, dagegen in erheblicher Menge Inosit.

IX. Krebskachexie.

Erster Fall.

Der Kranke, ein 54jähriger Mann, leidet schon seit 2 Monaten an Verdauungsstörungen, in den letzten Wochen der Krankheit stellt sich nach jeder Mahlzeit Erbrechen ein; äusserste Abmagerung. Zwei Tage vollkommener Anorexie gehen dem Tode vorher.

Die wahrnehmbaren pathologischen Veränderungen an der Leiche (14 Stunden nach dem Tode) reduciren sich hauptsächlich auf eine gürtelförmig um den Magenausgang liegende und denselben bis zur Weite eines Federkieles verengende Krebsgeschwulst, welche die Magenwand bis auf 1 Centimeter verdickt,

aus festem fibrösem Gewebe mit eingestreuten blassen Krebszellen besteht. Die Aussenfläche des Magens ist nicht verändert, die innere grösstentheils von der Schleimhaut bedeckt, nur an einer beschränkten Stelle ulcerirt. Die Leber ist auffallend klein, ihr Gewebe von fester Consistenz, tief braun gefärbt, ziemlich blutreich; die Milz ist klein, nicht sehr bluthaltig, die Pulpa gegen das Balkengewebe zurücktretend.

a) Leber: nach Entfernung aller durch Bleiacetat fällbaren Stoffe wird eine sehr geringe Menge extractiver Substanz erhalten, in welcher weder Leucin noch Tyrosin nachweisbar sind, auch eine Prüfung auf Harnstoff fällt negativ aus; die Zuckerprobe wurde nicht gemacht.

b) Milz: die aus ihrem Gewebe erhaltenen Materien sind im Ganzen nicht beträchtlich, enthalten aber doch ansehnliche Mengen von Leucin und Tyrosin.

Zweiter Fall.

Blasenkrebs bei einem 45jährigen Mann. Die ersten Zeichen des Leidens, Gefühl von Druck und Schmerzen im Hypogastrium, von Zeit zu Zeit Blutabgang durch den Harn, sind schon vor 3 Monaten eingetreten; in den letzten 6 Wochen schnelle Abmagerung, öfters eintretendes Blutharnen, Erscheinen einer kleinen knotigen Vorragung durch die gespannten Bauchdecken in der Nabelgegend, später leichte oberflächliche Ulceration des Knotens. Schmerzen im Allgemeinen nicht bedeutend, äusserster Marasmus, vollkommene Anorexie in den letzten Tagen. Tod nach 3monatlicher offener Krankheit.

Section 11 Stunden nach dem Tode. Hauptsitz der carcinomatösen Ablagerungen ist die hintere Blasenwand, welche bis 2 Centimeter Dicke erreicht und aus skirrhotischem Krebsgewebe, in welchem schon das blosse Auge deutliche Zellennester entdeckt, gebildet wird. Die Neubildung scheint ursprünglich dem Peritonaeum angehört zu haben, ist wenigstens auch über andere Flächen dieser Membran in grösseren und kleineren Knoten verbreitet. Die Leber ist von mässiger Grösse, fester Consistenz, stark braun gefärbt, ziemlich blutreich, die Milz klein, arm an pulpöser Substanz; im Uebrigen normale Verhältnisse.

a) Leber: giebt verhältnissmässig wenig durch Weingeist ausziehbare Stoffe, unter denen auch nach wiederholten Operationen nur etwas Leucin, kein Tyrosin zu entdecken ist. Nach Entfernung des angeschossenen Leucins bleibt eine dünne syrupöse Masse, in welcher sich einzelne grosse, weisse, pris-

matische Krystalle niederschlagen, die der Form nach für Taurin gehalten werden mussten, auf dem Platinblech vollständig unter dem Geruch nach verbranntem Haar verbrennen; das Material reichte leider zu einer genaueren Prüfung nicht aus.

b) Milz: enthält Leucin und Tyrosin, neben wenig durch Bleiessig nicht fällbaren Stoffen.

Dritter Fall.

Krebs der Pleura. Pathologisch ist dieser Fall dadurch interessant, dass die Krankheit mit den Erscheinungen einer Pleuraentzündung beginnt, innerhalb 6 Wochen zu bedeutenden Krebsablagerungen führt und mit einer acuten, croupösen Entzündung der Bronchialschleimhaut endet. Der Kranke, ein 40jähriger Mann, ist nicht auffallend abgemagert. Im ganzen Umfange der Pleura (parietalis und pulmonalis) zeigen sich kleinere und grössere Krebsknoten mit ziemlich festem Gewebe und dem charakteristischen Krebssaft; die mikroskopische Untersuchung lässt überdies über die Natur der Neubildung keinen Zweifel zu. Die rechte Lunge ist durch einen bedeutenden Pleuraerguss comprimirt, die Luftröhre und Bronchien sind durch ein röhrenartiges Fibringerinnsel ausgekleidet, die darunter liegende Schleimhaut durch die strotzend gefüllten Gefässnetze intens geröthet; in den übrigen Körpertheilen keine auffallenden Veränderungen.

a) Krebsknoten: weil hier in seltener Reinheit zu bekommen, auf Leucin und Tyrosin untersucht. Das Resultat ist ein positives, die Quantität, in der beide Körper vorkommen, eine mittlere.

b) Leber. In diesem Organ kann nur Leucin, kein Tyrosin, eben so wenig Zucker nachgewiesen werden; auch Harnsäure und Inosit werden nicht darin gefunden.

X. Plötzlicher Tod in Folge von Gehirnanämie.

Eine 23jährige Seidenweberin kommt nach vorherigem vierwöchentlichem Kranksein am 30. October angeblich als Typhus in's Spital. Sie sieht anämisch aus und leidet an Darmkatarrh. Nach 10 Tagen lässt die Diarrhoe nach, die Kranke scheint sich zu erholen, als sie plötzlich am 14. November beim Aufsitzen im Bett zusammensinkt und stirbt, nachdem sie einige Stunden vorher noch mit Appetit gefrühstückt hatte.

Die Section ergab grosse Anämie und Blässe des Gehirns, Verwachsung beider Lungenoberflächen mit der Brustwand durch Bindegewebsstränge. Im Dickdarm ragten die solitären

Follikel als hirsekorngrosse Knötchen auffallend über die Schleimhautfläche hervor und gegen das Coecum hin zeigten sich einzelne kleinere Geschwürchen. Die Leber war von brauner Farbe mit deutlichen Leberinselchen, also ziemlich normal, die Milz etwas geschwollen, mit dunkelrother, reichlicher Pulpa. Das noch flüssige Blut (die Section wurde früh gemacht) gerann schnell an der Luft.

a) Blut, aus der Carotis interna und der Arteria vertebralis gesammelt. Kein Leucin und Tyrosin, auf Harnstoff mit negativem Erfolge geprüft; Zucker in verhältnissmässig reichlicher Menge nachzuweisen.

b) Leber. Durch Ausfällen aller durch Bleiessig fällbaren Stoffe wird aus dem weingeistigen Leberauszuge ein stark braun gefärbter Syrup erhalten, welcher nie krystallinische Abscheidungen zeigt, von welchem dagegen höchst geringe Mengen unsere Kupferlösung augenblicklich reduciren; der Syrup schmeckt auch deutlich süss. Zucker. Aus dem Bleiniederschlage lassen sich Harnsäure und andere der Harnsäure verwandte Körper als braune Kügelchen gewinnen.

c) Milz: viel Leucin, Tyrosin nur in geringer Quantität, kein Zucker.

d) Lungen: bei gleicher Behandlung wie bei den anderen Objecten ist nur Leucin zu erhalten.

e) Nieren: Leucin, kein Harnstoff oder Zucker. Die Extractsubstanzen überhaupt wie bei den Lungen in geringer Menge vorhanden.

XI. Säuferwahnsinn.

Das Individuum ist ein 35jähriger, kräftiger Mann, schon seit mehreren Jahren Gehülfe in einer Weinhandlung, wo er sich dem heimlichen Trunke ergeben hatte. Die Krankheit begann vor 10 Tagen mit allgemeiner Verstimmung, gastrischen Erscheinungen, ohne Fieber; bald zeigten sich einzelne delirirende Vorstellungen, keine eigentlichen Sinneshallucinationen, welche schliesslich in tobende Delirien übergingen, unter denen schnell der Tod eintrat.

Die Section (12 Stunden nach dem Tode) ergiebt in keinem Organe wesentliche Veränderungen. Das Blut ist dünnflüssig, bildet keine Gerinnsel im Herzen; die Cerebrospinalflüssigkeit ziemlich reichlich. Die Leber zeigt stellenweise, besonders nahe der Oberfläche, eine Entfärbung aus dem Tiefbraunen in's Gelb-

bräunliche und enthält hier ziemlich viel Fett in den Zellen. Das Milzgewebe ist mässig fest, dunkelroth.

a) Blut, etwa 1 Pfund aus den grossen Gefässstämmen gesammelt; dünnflüssig, dunkelroth, grünlich durchscheinend, schwach alkalisch; enthält Harnsäure in auffallender Quantität, etwas Xanthin, keinen Inosit, Harnstoff ebenfalls bedeutend; Leucin lässt sich nicht sicher constatiren, die Zuckerprobe fällt negativ aus.

b) Gehirn (100 Grm): in dem weingeistigen Auszuge finden sich Leucin, Kreatin, Inosit; auch Cholestearin ist in ansehnlicher Menge zugegen.

c) Leber: weingeistiger und wässeriger Auszug geben einen stark braun gefärbten Syrup; derselbe giebt bei weiterer Behandlung Xanthin (keine Harnsäure), etwas Leucin, Zucker.

d) Milz: liefert Leucin und Tyrosin in mässiger Menge; in Bleiniederschlag ist weder Harnsäure noch Inosit nachzuweisen.

e) Nieren: Leucin und Tyrosin in geringerer Quantität als in der Milz bei gleichem Gewicht der angewandten Substanz; nur Spuren von Harnsäure, kein Inosit.

f) Harn: eine Untersuchung desselben auf Leucin, Tyrosin, Inosit fällt negativ aus.

VII. Bright'sche Nierenkrankheit.

Erster Fall,

betrifft einen 32jährigen, kräftigen Bierbrauer, welcher nach längerem latenten Verlaufe seines Nierenleidens plötzlich mit den Erscheinungen einer acuten Lungencongestion (grosser Dyspnoe, Husten mit Auswurf schleimig-wässriger, blutig tingirter Massen, Cyanose im Gesicht, Fieber) in's Spital kommt. Während eines 8tägigen Aufenthaltes nimmt zwar die febrile Aufregung etwas ab, aber die Brusterscheinungen, welche immer mehr den Charakter eines acuten Oedems annehmen, steigern sich, der Kranke ist sehr unruhig, klagt über heftige Schmerzen in den Gliedern; mehrmals tritt starker Schwindel mit grosser, beinahe an Lähmung grenzender Ermattung ein, öfters werden gallige, schleimig-wässrige Massen erbrochen. Der Harn ist im Anfang hochroth, mit Sediment von harnsauren Salzen, später wird er mehr gelbbraun, ohne Sediment von

Harnsalzen; stets enthält er beträchtliche Mengen Eiweiss und blasse, mehr röhrenartige Exsudatcylinder neben Blutkörperchen. Drei Stunden vor dem plötzlich eintretenden Tode war noch bei vollkommenem Bewusstsein des Kranken ein Aderlass gemacht worden.

Die anatomische Untersuchung, 18 Stunden nach dem Tode, zeigt auffallend teigige Consistenz des Gehirns, vermehrtes Serum im Herzbeutel, bindegewebige Adhärenzen in der rechten Pleurahöhle, die Schleimhaut der Trachea und Bronchien sehr hyperämisch mit ödematöser Schwellung im Larynx, die Lungen lufthaltig, blutreich, mit Oedem im rechten oberen Lappen, die Milz blutreich, einen haselnussgrossen hämorrhagischen Heerd enthaltend, die Nieren von normaler Grösse, in den Harncanälchen körniger Zerfall der Epithelien, zum Theil fettig degenerirte Exsudatmassen, grosse Gefässfülle um die Canälchen.

a) Erbrochenes von Morgen nüchtern: grünlich-braune, schleimige Massen, ohne Speisereste, neutral reagirend, bei Zusatz von Kali Ammoniak entwickelnd. Leucin darin in beträchtlicher Menge nachzuweisen, die Prüfung auf Zucker und Harnstoff fällt negativ aus.

b) Aderlassblut: reagirt alkalisch, entwickelt kein Ammoniak bei Kalizusatz; es lassen sich darin geringe Mengen Harnstoff, kein Leucin entdecken; auf Zucker wurde nicht geprüft.

c) Lungen: das zerriebene Gewebe reagirt neutral, entwickelt kein Ammoniak bei Zusatz von Kali. Unter den durch Weingeist ausgezogenen Stoffen lassen sich Leucin, geringe Mengen von Harnstoff, etwas Inosit und Oxalsäure (aus dem Bleiniederschlag auf gleiche Weise wie Inosit als saures Natronsalz gewonnen), nachweisen.

d) Nieren: neutral reagirend, schwache Ammoniakentwicklung bei Zusatz von Kali. Leucin und Tyrosin in beträchtlicher Menge, oxalsaures Natron wie in den Lungen; geringe Mengen von Harnsäure und Xanthin.

e) Leber: Gewebe neutral, keine Ammoniaksalze nachweisbar. Aus dem Weingeistauszuge wird nach Ausfällung aller durch Bleiessig fällbaren Stoffe ein stark braun gefärbter Syrup erhalten, welcher auch bei längerem Stehen keine geformten Niederschläge zeigt; in der alkalischen Kupferlösung bewirken schon kleine Mengen eine augenblickliche Reduction des Kupfer-

oxyds: Zucker. Mit salpetersaurem Quecksilberoxyd entsteht in der Lösung dieses Syrups ein ziemlich copiöser Niederschlag, in welchem sich jedoch weder Harnstoff, noch Leucin nachweisen lassen. Im Bleiniederschlage werden etwas Harnsäure und Inosit gefunden.

f) Pankreas: neutral. Im Weingeistauszug viel amorphe Substanzen, zum Theil schmieriges Fett; nach Entfernung dieser durch Bleiacetat werden beträchtliche Mengen Leucin und Tyrosin neben verhältnissmässig wenig amorphen Materien erhalten.

g) Milz: neutrale Reaction, kein Ammoniak. Der weingeistige Auszug giebt nach Behandlung mit Blei einen dünnen, hellen, honigartigen Syrup mit viel Leucin und Tyrosin.

h) Herzmuskel: neutral, kein Ammoniak. Leucin und etwas Inosit nachzuweisen, die Prüfung auf Harnstoff und Zucker fällt negativ aus; Kreatin zeigt sich ebenfalls nicht.

Zweiter Fall.

Der Anfang der Krankheit bei einem 34jährigen Steinbrecher, welcher Beruf indessen erst seit $1^1/_2$ Jahren betrieben wurde, lässt sich auf 6 Monate zurückführen. Schon frühe zeigten sich hydropische Erscheinungen, öfters Anfälle von Schwindel, später auch Erbrechen. Der Harn zeigte während der 5wöchentlichen Beobachtungszeit meist eine verminderte Quantität (500 bis 1000 CC. täglich) und ein geringes specifisches Gewicht, 1005—1010), enthielt reichlich Eiweiss und lange solide Faserstoffcylinder, von denen einzelne als weisse, 1 MM und darüber lange Fädchen mit blossem Auge sichtbar waren; bei mehrstündigem Stehen zeigte sich meist auch ein Sediment von Harnsäurekrystallen. Oedem des Unterhautzellgewebes, zeitweise Anfälle von Beengung, Schwindel, Kopfschmerz, im Anfang ziemlich hartnäckiges Erbrechen bildeten die vorragendsten Krankheitserscheinungen; plötzlich eintretende Convulsionen mit Uebergang in Koma machten dem Leben innerhalb 36 Stunden ein Ende.

Die 17 Stunden nach dem Tode gemachte Leichenöffnung ergab eine Meningealapoplexie an der Oberfläche der linken Hemisphäre des grossen Gehirns in einer Ausdehnung von 5 bis 6 Quadratcentimetern, bedeutende Mengen seröser Flüssigkeit in den Pleurahöhlen und im Peritonaealsack, das Lungengewebe überall lufthaltig, etwas ödematös infiltrirt, das Herz umfangreich, namentlich die linke Ventrikelwand stark entwickelt, die Klappen normal, das Herzblut dunkelroth, dünn-

breiig, die Leber wenig verändert, die Milz blutreich, die Nieren von normaler Grösse, auf dem Durchschnitt zwischen Streifen blassgelb entfärbten Gewebes stark injicirte Gefässe zeigend, die Harnkanälchen theils mit körnig infiltrirten Epithelzellen gefüllt, theils ohne Epithel aus der blossen Membrana propria gebildet.

a) Harn, während des Lebens gelassen: speciell auf Inosit untersucht: das Resultat ist ein positives, die gefundene Menge jedoch nicht beträchtlich.

b) Blut, aus dem rechten Herzen und der unteren Hohlvene gesammelt, etwa 3 Unzen: entwickelt Ammoniak bei Kalizusatz; es werden darin Harnstoff in ziemlicher Menge, kein Leucin oder Inosit, dagegen etwas Harnsäure gefunden.

c) Blut, durch Schröpfköpfe aus der Nierengegend während des Lebens entzogen: enthält ebenfalls reichlich Harnstoff, kein Leucin, auf Harnsäure nicht geprüft, auf Zucker mit negativem Resultat.

d) Flüssigkeit aus der Brusthöhle: stark eiweisshaltig, schwach alkalisch, von 1012 spec. Gewicht, ausser einzelnen Epithelzellen und Blutkörperchen ohne morphotische Elemente; enthält reichliche Mengen Harnstoff und Harnsäure. Inosit nicht gefunden, auch kein Leucin.

e) Flüssigkeit aus der Bauchhöhle: von 1012 spec. Gewicht, nach Fäcalstoffen riechend und schwach sauer reagirend. Die filtrirte Flüssigkeit scheidet, wie dieses auch bei d) der Fall war, beim Stehen an der Luft Fibringerinnsel aus. Die Resultate der chemischen Untersuchung sind dieselben wie bei d).

f) Gehirn: deutliche Ammoniakentwicklung bei Zusatz von Kalilauge zu einer Probe des zerriebenen Gewebes. Im Weingeistauszuge werden Inosit in reichlicher Menge, Kreatin, Leucin, etwas Harnstoff, kein Zucker gefunden.

g) Leber: in dem Saft ihres Gewebes lässt sich ebenfalls Ammoniak nachweisen; ausserdem enthält derselbe reichlich Zucker, spärliche Mengen Leucin, kein Tyrosin, etwas Harnsäure: auf Harnstoff nicht geprüft.

h) Milz: enthält viel Leucin und Tyrosin.

i) Nieren: Ammoniaksalze nachweisbar, daneben Harn-

stoff, wenig Leucin, noch weniger Tyrosin; Inosit lässt sich nicht mit Sicherheit auffinden.

k) Nebennieren lassen im spirituösen Auszuge nur etwas Leucin entdecken.

Dritter Fall.

Nierenerkrankung nach Scharlach bei einem 12jährigen Knaben, welcher unter ziemlich vorgeschrittenen hydropischen Erscheinungen zu unserer Beobachtung kommt, schlecht genährt ist und an Darmkatarrh leidet. Der Harn ist stark eiweisshaltig und enthält Faserstoffcylinder. Bei der Section findet man das Unterhautzellgewebe eifrig infiltrirt, die Nieren von normaler Grösse, ihre Corticalsubstanz von blassgelblicher Farbe, die Epithelien in den Harncanälchen in körnigem Zerfall.

a) Nieren: enthalten in dem weingeistigen Auszuge ihres Gewebes Leucin, kein Tyrosin, dagegen Inosit in ansehnlicher Menge.

b) Lungen: ihr Gewebe entwickelt Ammoniak bei Zusatz von Kalilauge, zeigt Leucin in geringer Menge; auf Harnstoff, Inosit, wurde nicht geprüft.

c) Leber: enthält Ammoniaksalze und Leucin, im Bleiniederschlage Xanthin; auf Harnstoff und Zucker nicht untersucht.

d) Milz: giebt Leucin und Tyrosin in ansehnlicher Menge.

e) Herz: Leucin und Kreatin neben Ammoniaksalzen nachweisbar; die Materien des Bleiniederschlages blieben unberücksichtigt.

XIII. Diabetes mellitus.

Ein 29jähriger Zimmermann, bisher immer gesund und in guten Verhältnissen lebend, fühlt sich zuerst im Herbst 1856 unwohl. Ein beständiges Gefühl von Mattigkeit, häufiges Bedürfniss zu trinken und dem entsprechend öftere und copiösere Harnentleerungen waren die Anfangserscheinungen der Krankheit. Der Appetit war nicht vermindert, aber der Kranke klagte, dass ihm die Speisen keine Kräfte mehr geben. Seine früheren Lebensverhältnisse waren günstige, die Nahrung keineswegs ungenügend. Schon zweimal einer längeren Spitalbehandlung theilhaftig, kommt er am 11. September 1857 zu unserer Beobachtung.

Obgleich von kräftiger Körperanlage, sind doch die Weich-

theile etwas eingefallen, die Bewegungen wenig energisch; Verdauungs-, Athmungs- und Kreislaufsorgane zeigen keine auffallend abnormen Erscheinungen, gemehrter Durst.

Eine quantitative Untersuchung der täglichen Zuckerausscheidung ergiebt Folgendes:

(Die Zahlen sind die Summen von zwei Bestimmungen täglich; in der Columne 1. steht der Beobachtungstag, in 2. die tägliche Harnmenge in Cubikcentimetern, in 3. die tägliche Zuckermenge in Grammen.)

1. Bei gemischter Kost, bestehend in 125 Grm. Brod, 250 Grm. Kartoffeln oder Reis, 125 Grm. Käse, 375 Grm. Fleisch, 900 CC. Suppe mit geringen Mengen Amylaceen, 800 CC. Kaffee mit Milch, 600 CC. Rothwein, 2000—4000 CC. Wasser.

Der Harn ist hell, blassgelb, das spec. Gewicht schwankend zwischen 1030—1040, die Reaction sauer.

1.	2.	3.
18. September	5900	471,0
19. "	5300	426,9
20. "	5750	465,8
21. "	6650	507,4
22. "	6750	501,7
23. "	6500	510,8
24. "	7300	628,3
25. "	6000	490,1
Mittel	6268	500,25

2. Brod und Kartoffeln durch 250 Grm. grünes Gemuse substituirt, Käse durch ebensoviel Fleisch; 2000—2500 CC. Wasser täglich getrunken.

Das specifische Gewicht des Harns 1035—1040, die Reaction sauer.

1.	2.	3.
26. September	4100	264,4
27. "	4150	323,9
28. "	4850	390,7
29. "	5000	359,0
30. "	5050	364,2
1. October	5700	452,9
2. "	5250	396,3
Mittel	4871	364,48

3. Zu der unter 2. angegebenen Kost kommen noch 125 Grm. Brod; daneben wird Natrum bicarbonicum von 2 Drachmen steigend bis auf 6 täglich in 1 bis 1½ ℔ Wasser gelöst, verordnet. Der Durst ist stärker als an den Beobachtungstagen unter 2., 2000—3000 CC. Wasser täglich getrunken.

Der Harn zeigt 1034—1040 spec. Gewicht, reagirt meist neutral oder schwach sauer, selten alkalisch, immer ist er leicht getrübt, ohne beim Stehen ein Sediment zu bilden.

1.	2.	3.
5. October.	5300	421,7
6. "	5350	412,0
7. "	5150	353,8
8. "	5050	381,6
9. "	5000	360,0
10. "	4500	319,2
11. "	5200	370,5
12. "	5850	413,0
13. "	7550	507,6
14. "	7650	518,5
15. "	5350	402,1
22. "	6650	470,6
23. "	5600	409,1
Mittel	5707	410,74

Bei dieser Versuchsreihe wurden auch zugleich die täglich ausgeschiedenen Harnstoffmengen einer quantitativen Bestimmung nach Liebig's Methode unterworfen. Als Mittelzahl aus 26 Bestimmungen erhielten wir 59,75 Grm. Harnstoff pro Tag. Ein Controlversuch in der Art angestellt, dass aus 100CC. Harn nach Abscheidung der Phosphorsäure durch Barythydrat aller Harnstoff mit salpetersaurem Quecksilberoxyd ausgefällt, der Niederschlag abfiltrirt, mit barythaltigem Wasser gewaschen, in Wasser gewaschen, mit Schwefelwasserstoff zersetzt, die so erhaltene Lösung wieder auf 100 CC. eingeengt und davon 10 CC. zur Harnstoffbestimmung verwandt wurden, ergab als Mittelzahl aus 2 Versuchen 53 Grm. Harnstoff pro Tag. Dabei ist zu bemerken, dass bei den Versuchen mit reinem Harn das Chlor nicht berücksichtigt, dagegen die Correction, welche bei nicht 2pCt. Harnstoff enthaltendem Harn nach Liebig nöthig ist, gemacht wurde.

4. Vermehrung der stickstoffhaltigen Nahrung, bei möglichster Ausschliessung der Amylaceen. 650 Grm. Fleisch nebst 2 Eiern, 250 Grm. grünes Gemüse, 900 CC. Fleischbrühe mit wenig Amylaceen, 800 CC. Kaffee mit Milch, 600 CC. Wein; daneben Ferrum reductum steigend von 3 mal täglich 3—8 Gran. Der Kranke trinkt bedeutend weniger Wasser, 1000 CC. in 24 Stunden.

Der Harn ist klar, hellgelb, sauer, von 1034—1038 spec. Gewicht.

1.	2.	3.
4. November.	3200	177,2
5. „	3050	176,9
7. „	3050	199,8
8. „	2750	178,8
10. „	3000	162,3
Mittel	3010	179,00

Als mittlere tägliche Harnstoffmenge fanden wir in den 5 Beobachtungen 63,59 Grm.

5. *Die gleiche Kost wie unter 4., wozu jedoch noch 125 Grm. Brod täglich kommen.*

Spec. Gewicht des Harns 1035—1039.

1.	2.	3.
11. November	3450	232,3
12. „	3700	249,0
14. „	2700	139,6
18. „	3400	179,4
20. „	3400	217,8
21. „	3200	208,1
Mittel	3308	204,36

Die nahe Beziehung, in welcher der im Körper an mehreren Orten vorkommende Inosit zum Traubenzucker steht, veranlasste uns, auch auf jenen ersteren im diabetischen Harne zu suchen.

500 CC. wurden auf $^1/_4$ Volum eingedampft, dann mit neutr. essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag abfiltrirt und das Filtrat mit bas. essigsaurem Bleioxyd versetzt. Der nach 12stündigem Stehen entstandene Niederschlag gesammelt, gewaschen, mit Schwefelwasserstoff zersetzt, die Lösung bedeutend eingeengt, ein Theil des noch darin enthaltenen Chlors durch neutr. essigsaures Bleioxyd entfernt und die vom Blei befreite, dann bedeutend concentrirte Lösung mit absolutem Weingeist bis zur bleibenden Trübung vermischt. Nach mehreren Tagen hatten sich neben amorpher Materie farrenkrautähnlich gruppirte, spröde Krystallblättchen von schiefprismatischer Form ausgeschieden; ihr Verhalten beim Verbrennen im Glasrohr und bei der Behandlung mit Salpetersäure, Ammoniak und Chlorcalcium liessen sie hinlänglich als Inosit erkennen.

Am 4. Dec. 1857 verlässt der Kranke das Spital, um am 16. Januar 1858 wiederzukehren; er war während seiner Abwesenheit bedeutend heruntergekommen und zeigte beim Eintritt alle Erscheinungen einer ausgesprochenen Lungentuberculose. Die Krankheit verlief ziemlich schnell und machte am

10. April seinem Leben ein Ende. Die abnorme Zuckersecretion dauerte bis zum Tode fort; quantitative Bestimmungen wurden nicht gemacht.

Von den bei der Section aufgehobenen Theilen wurden untersucht:*)

a) Harn: 118 Grm. aus der Blase gesammelt, von widrigem Geruch, alkalischer Reaction. Die mit Weingeist gemischte Flüssigkeit wird nach Verflüchtigung desselben mit Blei behandelt und nach Entfernung aller durch Bleiessig fällbaren Stoffe zum Syrup verdampft, dieser auf ein bestimmtes Volum gebracht ergab bei einer quantitativen Bestimmung 2,5 pCt. Zucker; mit Salpetersäure liess sich darin kein Harnstoff ausfällen.

b) Nieren: das Gewebe wurde zerrieben, mit Weingeist versetzt, nach 2tägigem Stehen die Weingeistlösung abgepresst und der Rückstand mehrmals mit Wasser ausgewaschen. Aus der wie unter a) behandelten Lösung konnten Zucker (zu 0,12 pCt.), ansehnliche Mengen Leucin und Tyrosin sowie Inosit in nachweisbarer Quantität erhalten werden.

c) Blut: zeigte einen Zuckergehalt von 0,09 pCt., Leucin nicht zu entdecken; im Bleiniederschlage fand sich Harnsäure in beträchtlicher Menge, kein Inosit.

d) Leber: der Auszug ihres Gewebes erschien sehr zuckerreich, eine quantitative Bestimmung ergab indessen keine genauen Resultate, indem sich beim Kochen mit der Kupferlösung nicht reines rothes Kupferoxydul, sondern ein lehmartig gefärbter, schwer filtrirbarer Niederschlag ausschied. Neben Zucker konnten weder Leucin noch Tyrosin gefunden werden. Im Bleiniederschlag zeigte sich Xanthin mit Spuren von Harnsäure, kein Inosit.

e) Milz: enthält Leucin und Tyrosin in reichlicher Menge; Zucker war nicht nachzuweisen. Die Substanzen des Bleiniederschlages konnten nicht untersucht werden.

---

1) Die anatomische Beschreibung kann ich leider nicht geben, indem ich verhindert war, der Leichenöffnung selbst beizuwohnen; die einzelnen Objecte wurden indessen sogleich nach der bekannten Weise mit Weingeist versetzt.

f) Pankreas: auf gleiche Weise wie die übrigen Organe behandelt, konnte darin Zucker in verhältnissmässig geringer Menge neben Leucin und Tyrosin nachgewiesen werden. Die durch bas. essigsaures Blei niedergeschlagenen Materien waren höchst gering und wurden nicht weiter untersucht.

g) Hoden: die aus dem zerriebenen Gewebe ausgepresste weingeistige Lösung war sehr zuckerreich (0,2 pCt.), enthielt ausserdem neben viel Kochsalz etwas Leucin.

h) Lungen: das mit Weingeist, 2 mal mit Wasser unter Erwärmen ausgezogene Gewebe ergab reichliche Mengen Leucin und etwas Tyrosin, keinen nachweisbaren Zucker; im Bleiniederschlag fand sich Harnsäure.

i) Gehirn: zeigte keinen Zucker, Inosit dagegen in sehr beträchtlicher Quantität; ausserdem liess sich Kreatin, kein Leucin nachweisen.

k) Herzmuskel: enthielt ebenfalls keinen Zucker in nachweisbarer Menge, auch Kreatin liess sich nicht entdecken, dagegen etwas Leucin und Inosit.

l) Wadenmuskel: die Zuckerprobe fiel ebenfalls negativ aus, Leucin war in geringer Menge erhältlich; im Bleiniederschlage fand sich Harnsäure, kein Inosit.

Auf Zucker wurden noch geprüft nach dem unter a) angebenen Verfahren:

m) Die Augenflüssigkeit und Glaskörper mit positivem Resultat.

n) Die Flüssigkeit aus dem Perikardium, wie die Augenflüssigkeit sehr zuckerreich, die Reaction war ziemlich rein und ergab 0,17 pCt. Zucker.

o) Die Flüssigkeit aus der Bauchhöhle, sehr übelriechend; die nach der Bleibehandlung erhaltene Lösung entwickelte beim Kochen mit der alkalischen Kupferlösung reichlich Ammoniak; das ausgeschiedene Kupferoxydul war lehmfarben, schwer filtrirbar, daher nicht genau zu bestimmen.

p) Galle: war ebenfalls zuckerhaltig.

Zweiter Fall.

Der Kranke ist 30 Jahr alt, Drechsler, verheirathete sich

im 26. Jahr und lebte seither seinem Beruf in mässig bemittelten Verhältnissen; die Nahrung war grösstentheils vegetabilisch. Seit 4 Monaten fühlt er sich zur Arbeit weniger kräftig, nach und nach stellte sich häufiger Durst und bei reichlicherem Trinken auch häufigeres Harnlassen ein. Eine besondere Veranlassung der Krankheit ist nicht aufzufinden; sie wurde schon früher als solche erkannt und seit 7 Wochen Amylaceen möglichst vermieden.

Ueber die Zuckersecretion ergab sich Folgendes:

1. Die tägliche Nahrung besteht in 375 Grm. Fleisch, 125 Grm. Käse, 1—2 Eiern, 250 Grm. grünem Gemüse, 500 CC. Suppe, 800 CC. Kaffee mit Milch, 400 CC. Wein, 2000—2500 CC. Wasser.

Pulsschläge 64—72, Athemzüge 12—16 in der Minute, die Körpertemperatur (in der Achselhöhle gemessen) 36—36,7° C. ohne constante Abendexacerbationen und Morgenremissionen. Meist eine Stuhlentleerung täglich.

Der Harn ist hellgelb, sauer, von 1031—1033 spec. Gew. beim Tagharn, 1034—1036 beim Nachtharn.

(In den folgenden Tabellen haben die Zahlen 1, 2 und 3 die gleiche Bedeutung wie im ersten Fall.)

1.	2.	3.
15. Januar	6000	382,5
16. „	6150	382,7
17. „	6300	357,8
18. „	5950	349,2
Mittel	6100	368,0

2. Zu der unter 1. angegebenen Kost kommen noch 125 Grm. Fleisch, 125 Grm. Käse, 2 Eier, 400 CC. Wein; dagegen werden nur 1500—2000 CC. Wasser täglich getrunken.

In den letzten Versuchstagen blieb von dem verordneten Fleisch aus Mangel an Appetit etwas übrig. Puls, Athem und Körpertemperatur wie bei 1., Stuhlentleerungen öfters mehrere Tage retardirt.

Der Harn reagirt meist sauer, das sp. Gew. des Tagharns

schwankt zwischen 1029 bis 1032, steigt nur am 24. Januar auf 1036, beim Nachtharn zwischen 1030 bis 1034, am 24. Januar 1038.

1.	2.	3.
19. Januar	5150	249,5
20. „	5700	280,7
22. „	5650	278,2
23. „	5150	293,9
24. „	4300	254,2
25. „	5250	272,5
26. „	5000	224,8
27. „	4450	191,0
Mittel	5081	255,6

3. Gleiche Kost wie unter 2. Fleisch und Käse wurde nicht aufgegessen, Wasser in sehr variabler Menge getrunken, 1000 bis 1500 CC. taglich. Ausserdem wurden 8 Grm. Ferrum reduct. pr. Tag gegeben.

Der Harn reagirt nicht sauer, sp. Gew. 1029—1035 beim Tagharn, 1031—1037 beim Nachtharn.

1.	2.	3.
28. Januar	5250	233,9
29. „	3850	176,8
30. „	4800	273,7
31. „	5200	325,3
1. Februar	5300	312,1
2. „	4150	250,5
Mittel	4758	262,0

Aus den Versuchsreihen beider Fälle ergiebt sich:

1. Bei vermehrter Ausscheidung von Zucker durch die Nieren ist in der Regel auch das Volum des Harns (aus den

Beobachtungen mehrerer Tage zusammen genommen) gemehrt, es wird mehr Wasser aufgenommen, doch nicht in dem Maasse, dass sich das specifische Gewicht constant erhielte.

2. Ersatz der amylonreichen Nahrung durch amylonarme, namentlich aber durch Proteinstoffe, vermindert die Zuckerausscheidung. (Erster Fall, 2 und 4.)

3. Eine Steigerung der Proteinstoffnahrung vermindert die Zuckersecretion (erster Fall, 4., zweiter Fall, 2.), der Harnstoff zeigt sich dagegen in vermehrter Quantität. (Erst. Fall, 4.)

4. Das von Mialhe gegen Diabetes mellitus empfohlene Natr. bicarbonic., von welchem er so auffallende Wirkungen mittheilt,[1] vermindert die Zuckersecretion nicht, dürfte im Gegentheil, da es in grösseren Gaben genommen, den Durst steigert, die Beschwerden und vielleicht auch die Intensität der Krankheit nicht unbedeutend vermehren.

3. Das Ferr. reduct., welches im ersten Falle die Ausscheidung des Zuckers zu vermindern schien, zeigt diese Wirkung im zweiten nicht.

XIV. Exsudatflüssigkeiten und Eiter.

Erster Fall.

Schnell entstandenes massenhaftes seröses Exsudat der rechten Pleurahöhle bei einem kräftigen 24jährigen Eisenbahnarbeiter. Die durch dasselbe bewirkten Athmungs- und Kreislaufsstörungen machten die künstliche Entleerung nothwendig.

Die entleerte Flüssigkeit, über 2000 CC., ist von gelblicher Farbe, ziemlich klar, opalisirend, enthält keine morphologischen Elemente als wenig Blutzellen und Epithelien der Pleura. Beim Stehen an der Luft scheiden sich aus der filtrirten Flüssigkeit Fibringerinnsel aus; dieselbe reagirt alkalisch, hat 1019 spec. Gewicht.

In 100 Theilen Flüssigkeit fanden sich:

Wasser	93,86
feste Bestandtheile . .	6,14
	100,00

1) Mialhe, Chimie, appl. à la physiol. et à la thérap. Paris 1856. p. 79 et suiv.

Die letzteren bestanden aus:

Eiweiss	4,90
Extractivstoffen	0,48
Unorg. Salzen	0,76
	6,14

Unter den als Extractivstoffe aufgeführten Bestandtheilen liessen sich Harnstoff und Harnsäure in ansehnlicher Menge auffinden.

Zweiter Fall.

Alte, seit einem Jahr bestehende Flüssigkeitsansammlung in der Brusthöhle; die Section weist eine alte Perikarditis, Verwachsung des Herzens mit dem Parietalblatte des Perikardium nach. In der rechten Pleurahöhle finden sich etwa 2 Litres Flüssigkeit, links nur halb so viel. Die Flüssigkeit ist hell, bernsteingelb, alkalisch, ohne Gerinnsel, bildet jedoch solche beim Stehen an der Luft.

Eine qualitative Untersuchung, namentlich in Bezug auf extractive Materien, ergab Zucker und Harnstoff; Harnsäure konnte nicht nachgewiesen werden.

Dritter Fall.

Flüssigkeitsansammlung in der Bauchhöhle bei einer herzkranken, 35jährigen Frau. Im Leben zeigten sich die Erscheinungen der Stauung im Venensystem; der Harn war stark eiweisshaltig, die tägliche Quantität kleiner als im Normalzustande, das spec. Gewicht im Mittel 1020. Die Section ergab Insufficienz der Mitralklappe mit Stenose des gleichnamigen Orificium und Hypertrophie des linken Ventrikels.

a) Flüssigkeit während des Lebens entleert. Dieselbe ist hell, schwach gelblich gefärbt, reagirt neutral, scheidet beim Stehen an der Luft Fibringerinnsel aus; spec. Gewicht 1021. Ihre Bestandtheile sind:

Wasser	96,17
Feste Stoffe	3,83
	100,00

Die letzteren bestehen aus:

Albumin	2,96
Extractivstoffen	0,11
Unorg. Salzen	0,76
	3,83

Eine qualitative Untersuchung der als Extractivstoffe angeführten organischen Bestandtheile wies Zucker, Harnstoff, Harnsäure und Xanthin nach.

b) Flüssigkeit bei der Leichenöffnung gesammelt (die Bauchhöhle hatte sich nach der künstlichen Entleerung wieder beträchtlich angefüllt), ist wie die frühere beschaffen, von 1013 spec. Gewicht, enthält keinen nachweisbaren Zucker mehr, wohl aber Harnstoff und Harnsäure.

Vierter Fall.

Hydroceleflüssigkeit, allmählig sich ansammelnd bei einem bejahrten Mann, durch Punction entleert. Die Flüssigkeit ist schwach bernsteingelb, reagirt alkalisch, von 1009 sp. Gew.; in dem niedergesunkenen Sediment finden sich aufgeblähte Epithelzellen und Spermatozoen.

100 Theile enthalten:

Wasser	98,37
feste Stoffe . . .	1,63
	100,00

Der feste Rückstand besteht aus:

Albumin	0,54
Extractivstoffen .	0,31
Unorg. Salzen . . .	0,78
	1,63

Unter den als Extractivstoffe angeführten Bestandtheilen liessen sich Harnstoff und Harnsäure in erheblicher Menge nachweisen, die Zuckerprobe fiel negativ aus.

Fünfter Fall.

Ansammlung von Eiter in der rechten Brusthöhle, Durchbruch desselben in die Lunge und wiederholte Entleerung grosser Quantitäten unter Hustenanfällen. Die Krankheit begann als acute Pleuritis bei einer seit 5 Monaten schwangeren Frau, zog sich unter den Erscheinungen eines beträchtlichen Pleuraergusses mit febriler Aufregung Monate lang hin und führte endlich zum Tode. Der Eiterheerd nahm einen grossen Theil der rechten Brusthöhle, vom Zwerchfell bis zur 2. Rippe in Beschlag, die rechte Lunge war beträchtlich comprimirt, enthielt Miliartuberkeln; an zwei Stellen hatte der Eiter die Rippenzwischenräume durchbrochen und sich unter die äusseren Muskelschichten ergossen.

Die während des Lebens entleerten Massen enthielten ausser Eiterzellen keine anderen Formbestandtheile, in der durch Vermischen mit dem gleichen Volum Weingeist erhaltenen Lösung fand sich Leucin und Tyrosin in ansehnlicher Menge, Harnstoff oder Zucker waren nicht nachzuweisen.

Rückblick und Folgerungen.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich über das Vorkommen der einzelnen Stoffe, welche eine nähere Berücksichtigung erhielten, Folgendes:

Leucin fand sich im Nerven- und Muskelgewebe, in den verschiedenen drüsigen Organen, in zellenbildenden Blastemen beinahe constant vor, spärlicher und seltener im Blute, niemals in serösen Exsudaten und Transsudaten.

Tyrosin, zwar ein häufiger Begleiter des Leucins, hat dennoch nicht selten immer gefehlt, so in der Gehirn- und Muskelsubstanz.

Beide Körper fanden sich dagegen constant in der Milz, im Pankreas, sehr häufig in den Nieren, seltener in den Lungen; in entzündeten Organen, im Eiter, in Krebsgeschwülsten fehlten sie ebenfalls nicht.

Es lässt sich nach dem Angeführten ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Auftreten der in Rede stehenden Körper und den eigentlich zellbildenden und zellumbildenden Organen und Geweben nicht verkennen und der Schluss sich wohl rechtfertigen, dass diese beiden Körper keinem Organe als specifische Umsatzproducte zukommen, dass sie vielmehr da in grösster Menge sich bilden, wo eine reichliche Neubildung und rasche Auflösung, oder auch ein Zerfall der Elementartheile der Gewebe, besonders aber der zelligen Elemente stattfindet.

Möglich, dass die physiologischen Bildungsheerde unserer Körper sich auf wenige Organe beschränken, möglich auch, dass sie an einem anderen Orte eine weitere Verwendung und schnelle Zersetzung erleiden; im kranken Organismus scheinen nicht nur ihre Bildungsstätten sich bisweilen zu vermehren,

sondern auch die Bedingungen zu ihrer Auflösung oftmals zu mangeln.

Eigenthümlich ist jedenfalls das Verhalten der Leber. Dieses Organ, in einzelnen Fällen sehr reich an den erwähnten Zersetzungsproducten, bot dieselben in anderen entweder gar nicht, oder nur Leucin allein und in geringer Menge dar; in 4 der letzteren Fälle wurde dagegen Zucker in beträchtlicher Menge vorgefunden, während er in den übrigen stets fehlte.

Kreatin müssen wir als einen dem Nerven- und Muskelgewebe eigenthümlichen, specifischen Umsatzstoff betrachten.

Viel spärlicher als die aufgezählten Verbindungen fanden sich in den festen Geweben Harnsäure und Harnstoff, während diese beiden Körper im Blute beinahe constant anzutreffen waren. Unter Umständen, so namentlich bei Krankheiten des harnabsondernden Apparates, bei den als Fieber bezeichneten Anomalien des Stoffwechsels u. a. scheinen sich dieselben in grösserer Quantität darin anzuhäufen; es kann daher auch ihr ziemlich constantes Auftreten in serösen Exsudaten und Transsudaten nicht befremden. Ueber die Art und Weise der Bildung dieser Körper besitzen wir noch keine begründeten Thatsachen.

Zucker fanden wir, den Fall von Diabetes mellitus ausgenommen, nur in der Leber und im Blute, einige Mal auch in Transsudaten; er scheint in ersterem Organe gebildet zu werden. Die Bedingungen, unter denen er hier entsteht, sind noch keineswegs klar; eine interessante Beziehung zwischen dem Vorkommen von Zucker und demjenigen von Leucin und Tyrosin in der Leber wurde oben angegeben.

Der Inosit scheint mehrere Bildungsheerde zu haben; am reichlichsten fand er sich im Gehirn, spärlicher im Herzmuskel, zuweilen in ansehnlicher Menge in den Nieren.

Zucker und Inosit sind bekanntlich auch Producte des pflanzlichen Stoffwechsels.

Hiermit mag beschlossen werden, was sich Allgemeines sagen lässt, auf specielle Ergebnisse näher einzugehen, würde unnütze Wiederholung sein.

Dem Streben unserer heutigen Wissenschaft, das compli-

cirte Ensemble des organischen Lebensprocesses auf einfachere, unserer Beobachtung und Berechnung leichter zugängliche, elementare Vorgänge zurückzuführen, waren auch die wenigen hier mitgetheilten Beobachtungen entsprossen.

Mögen immerhin die Hülfsmittel, welche uns hiebei überhaupt zu Gebote stehen, die mikroskopische Anatomie, die chemische Analyse und das physiologische Experiment, noch viel zu wünschen übrig lassen, mögen ferner die Resultate, welche die Wissenschaft bis jetzt zu Tage gefördert, für das Bedürfniss der medicinischen Praxis noch lange nicht ausreichen, und, wie man sich ausdrückt, der materielle Nutzen derselben noch gering anzuschlagen sein, so dürfte doch die Ueberzeugung immer mehr Boden gewinnen, dass nur aus einer genauen Kenntniss der morphologischen, der chemischen und physikalischen Vorgänge, welche das materielle Substrat unseres Organismus darbietet, die Bedingungen sich werden ableiten lassen, unter denen Störungen der normalen Lebensthätigkeit möglich und wieder ausgleichbar sind.

Der Medicin kommt es zu, sich die Wege klar zu machen, welche zur Lösung der einzelnen Fragen führen, sie hat die Hülfsmittel zu suchen und anzuwenden, welche ihr in ihrem Streben dienlich sein können. Weder die Chemie noch irgend eine andere Naturwissenschaft werden sich ausschliesslich zu Zwecken der Heilkunde hergeben, wer aber unter den Medicinern es nicht verschmäht, sich mit den positiven Errungenschaften der chemisch-physikalischen Forschung bekannt zu machen, wer die Mühe nicht scheut, die Eigenschaften der Materie, ihr eigenthümliches Verhalten, wenn sie Bestandtheil des Organismus wird, durch eigene Anschauung und Versuche und an der Hand tüchtiger Chemiker kennen zu lernen, wird zwar nicht von heute auf morgen die Ursache einer Krankheit oder ein neues Heilmittel entdecken, aber indem er muthig auf dem mühsamen aber sicheren Wege der Beobachtung und des Versuchs fortschreitet, Materialien für ein Gebäude sammeln, dessen Fundament zwar gelegt ist, dessen Ausbau aber noch Generationen erfordert.

Bemerkungen zur Leucin- und Tyrosinfrage.

Von
Dr. J. Neukomm.

Vorstehende Arbeit war bereits zum Druck abgesandt, als die zweite Auflage des Handbuches der physiologischen Chemie von Lehmann erschien, worin einige von unseren Untersuchungen, welche theilweise schon im Februar vorigen Jahres als Inauguraldissertation gedruckt worden sind, sich mit erwähnt finden.

Es konnte uns natürlich nur freuen, wenn ein in der physiologisch-chemischen Literatur so rühmlichst bekannter Gelehrter, wie Hr. Lehmann es ist, unsere Arbeit einer näheren Berücksichtigung werth fand; befremden musste es uns aber im höchsten Grade, wenn er uns hinterher ganz unverholen bemerkt, was eigentlich das Vorkommen von Leucin und Tyrosin in thierischen Geweben betreffe, so sei an der ganzen Sache nicht viel; Niemand habe bisher bewiesen, dass die fraglichen Körper wirklich Producte des thierischen Stoffwechsels seien (wie Hr. Lehmann dies für Kreatin, Harnstoff, Zucker, Inosit u. s. w. entschieden zugiebt), es sei vielmehr wahrscheinlich, dass sich dieselben erst in Folge des complicirten Verfahrens bei ihrer Darstellung aus gewissen eiweissartigen Körpern bilden, ja sogar nur dann erst gefunden werden, wenn die thierischen Gewebe angefangen haben, in Fäulniss überzugehen.

Seine weitausgehenden Behauptungen stützt Hr. Lehmann namentlich darauf, dass es ihm nicht gelungen sei, die genannten Körper zu erhalten, wenn er die frischen Organe in siedendes Wasser warf, eine Zeit lang kochte und dann erst zerrieb und mit Weingeist digerirte. Beim Kochen mussten sich natürlich die in Rede stehenden Stoffe im Wasser lösen, und

wenn auch dieses zugleich mit dem Weingeistauszuge untersucht sein sollte, so war hier kaum ein günstiges Resultat zu erwarten, da beim Kochen thierischer Organe mit Wasser sich soviel Leim und extractive Materien bilden, dass es schwer wird, aus der sehr bedeutenden Menge des gallertartigen oder hygroskopischen Syrups eine krystallinische Ausscheidung zu erhalten.

Die von Staedeler schon vor Jahren empfohlene, einfache und auch nach unseren Erfahrungen höchst zweckmässige Methode (sorgfältiges Zerreiben der frischen Gewebe unter Zusatz von Glaspulver, Mischen der zerriebenen Masse mit etwa dem doppelten Volum Weingeist, Abpressen der Flüssigkeit, Behandeln derselben mit Bleiessig u. s. w., wie oben mitgetheilt wurde), erwähnt Hr. Lehmann in seinem Werke nirgends vollständig, empfiehlt dagegen statt des ganz indifferenten Weingeistes Kreosotwasser und Holzessig und statt des Zerreibens der Gewebe, wodurch eine vollständige Trennung der Elementartheile bewirkt wird, ein Zerstückeln derselben mittelst eines Hackemessers. Schliesslich fügt er noch die Bemerkung bei, dass der Weingeist für dergleichen Untersuchungen zu kostspielig wäre.

Wir wollen uns hier nicht in eine weitere Kritik dieser Methode einlassen, sind aber der Ansicht, dass man zur Constatirung der Wahrheit auf dem Gebiete der Zoochemie einige Unzen Weingeist, deren Werth ja kaum nennenswerth ist, nicht berücksichtigen dürfe.

Sind wir also der festen Ueberzeugung, mit möglichster Vorsicht und mittelst eines einfachen, wenig eingreifenden und schnell zum Ziele führenden Verfahrens unsere Untersuchungen angestellt zu haben, so fällt uns ferner noch auf, warum Hr. Lehmann nur für Leucin und Tyrosin so scrupulöse Umsicht an den Tag legt, warum er dieses nicht auch für andere Umsatzproducte der thierischen Gewebe thut, die doch durch ähnliche und fast immer complicirtere Verfahrungsweisen gewonnen werden. In dieser Beziehung könnte der Zucker der Leber angeführt werden, von dem doch nachgewiesen ist, dass er sich auch nach dem Tode noch eine Zeit lang in dem Organ forterzeugt, den noch Niemand rein dargestellt, Niemand einer Ele-

mentaranalyse unterworfen hat, wie dieses doch auf dankenswerthe Weise von Staedeler für Leucin und Tyrosin geschehen ist.

Der Umstand, dass diese beiden Körper auf verschiedene Weise künstlich aus Proteinstoffen erhalten werden können, kann wohl keinen Grund dafür abgeben, ihre Bildung im lebenden Körper unwahrscheinlich zu machen, um so mehr, als Hr. Lehmann selbst zugiebt, dass die chemischen Processe innerhalb des Organismus denselben Gesetzen folgen, wie ausserhalb desselben. Werden nicht Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure auf ähnliche Weise künstlich aus Proteinstoffen erzeugt, und doch führt sie Hr. Lehmann unbedenklich unter den Producten des normalen Stoffwechsels an, obschon sie meist durch Destillation mittels Schwefelsäure aus den thierischen Theilen erhalten werden, einer Säure, welche bekanntlich unter gewissen Umständen gerade jene flüchtigen Producte aus den Thierstoffen künstlich zu bilden vermag?

Wenn Leucin und Tyrosin bei gewissen Krankheiten sich in grösserer Menge in den Organen finden, so kann dieses doch nur ein Beweis dafür sein, dass der chemische Stoffumsatz eine Steigeruug oder irgendwo eine Beschränkung erfahren habe, indem wir ja ähnliche Verhältnisse auch für den Harnstoff, Zucker und noch viele andere Erzeugnisse der Stoffmetamorphose finden. Eben so wenig dürfte eine andere Einwendung (die Hr. Lehmann ebenfalls zu machen geneigt scheint), Geltung haben, dass die in Frage stehenden Stoffe während der Abkühlung der Leiche durch Fäulniss entstehen. In diesem Falle würden wohl nicht verschiedene Organe aus derselben Leiche genommen, Leucin und Tyrosin theils gar nicht, theils in grosser Menge zeigen, oder dasselbe Organ unter denselben Umständen aus verschiedenen Leichen genommen, das eine Mal einen reichlichen Gehalt an den beiden Stoffen, das andere Mal keine Spur davon zeigen.

Um endlich noch auf das Vorkommen der fraglichen Stoffe im gesunden Zustande zurückzukommen, so wurden alle Organe, welche im Züricher Laboratorium untersucht worden sind, stets ganz frisch von dem eben getödteten Thiere genommen,

es kann daher, wo in solchen Fällen Leucin oder Tyrosin gefunden wurde, die Bildung desselben niemals einem Fäulnissprocess, der während des Erkaltens stattfand, zugeschrieben werden. Um indessen noch einmal einen schlagenden Beweis zu liefern, dass die Bildung jener Körper beim normalen Stoffwechsel stattfindet, haben wir etwa den vierten Theil einer Ochsenmilz, die eben aus dem geschlachteten Thiere kam, noch warm mit Glaspulver zerrieben, mit Weingeist zu einem dünnen Brei angerührt und die abgepresste und filtrirte Flüssigkeit auf dem Wasserbade verdunstet. Der syrupförmige Rückstand wurde noch einmal in absolutem Alkohol gelöst, die Lösung verdampft, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, und durch ein leinenes Läppchen colirt. Die wässrige Flüssigkeit wurde darauf mit Bleiessig gefällt, das Filtrat mittelst Schwefelwasserstoff entbleit und zur Syrupconsistenz verdampft. Nach kurzer Zeit schoss Leucin in reichlicher Menge und zwar begleitet von den schönen Krystallformen des Kreatinins, das bisher noch nicht in der Milz gefunden worden ist.

Die ganze Operation hat nicht mehr als 4 Stunden in Anspruch genommen und ein Jeder wird zugeben müssen, dass in dieser Zeit keine Fäulniss eintreten konnte; von einer Fäulniss der Proteinsubstanzen kann auch um so weniger die Rede sein, da ja dieselben sammt den Fermentstoffen durch Weingeist coagulirt wurden.

Da es nur darum zu thun ist, die Wahrheit an's Licht zu bringen, dann aber auch das als wahr Erkannte nicht durch blosses Anzweifeln abschwächen zu lassen, so fordern wir Hrn. Lehmann auf, diesen Versuch zu wiederholen, und sobald er seine Ansichten dadurch modificirt haben wird, dieses öffentlich in einem verbreiteten Organ bekannt zu machen. Wir glauben, dass sich Hr. Lehmann um so mehr dazu veranlasst sehen wird, da es sich hier nicht um eine persönliche Angelegenheit, sondern um eine für die Wissenschaft wichtige Thatsache handelt.

Ueber die mikroskopischen Verhältnisse der Nasenschleimhaut verschiedener Thiere und des Menschen.

Von

Dr. Hoyer in Warschau.

(Hierzu Taf. I. A., Fig. 1 und 2.)

In der Absicht, der von mir veröffentlichten Arbeit über die mikroskopischen Verhältnisse der Froschzunge einen kurzen Auszug aus meiner als Inaugural-Dissertation gedruckten Abhandlung über die Structurverhältnisse der Nasenschleimhaut [1]) anzuschliessen, unterwarf ich meine dort zusammengestellten Untersuchungen einer neuen Revision, und war dabei bereits auf mehrere von mir begangene Irrthümer gestossen, als ich die neue Ausgabe des Handbuches der Gewebelehre von Kölliker [2]) in die Hände bekam und mit Erstaunen wahrnahm, dass Kölliker die Untersuchungen M. Schultze's [3]) als vollständig richtig anerkennt und das früher von ihm bezweifelte [4]) Vorhandensein von besonderen „Riechzellen", so wie auch den Zusammenhang der Olfactoriusfasern mit diesen Zellen als fast völlig bewiesen annimmt. Diese Aenderung der Ansicht nicht weniger, als die von Kölliker meinen und den Seeberg'schen [5]) Resultaten gegenüber mit aller Sicherheit hervorgehobene Be-

1) De tunicae mucosae narium structura. Berol. 1857.

1) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Von A. Kölliker. 3. Aufl. Leipzig 1859.

3) Im Monatsbericht der Berl. Akademie. Novbr. 1856.

4) „Ausbreitung der Nerven in der Geruchsschleimhaut von Plagiostomen". In den Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. 10. Band. 1858.

2) Disquisitiones microscopicae de textura membranae pituitariae nasi. Dorpati Livonor. 1856.

hauptung von dem Vorhandensein gewisser weiterhin zu erwähnender Thatsachen bewogen mich, mit erneuertem Fleisse den Gegenstand zu untersuchen. Die gefundenen Thatsachen lasse ich nachfolgen; von der Anführung der früher aufgestellten Sätze stehe ich ab, weil sich die Verhältnisse in manchen Beziehungen vielfach anders gestalten; ich bekenne hier von vorn herein frei und offen, dass ich mich in mancher Beziehung geirrt, namentlich in Aufstellung negativer Behauptungen zu unvorsichtig gewesen bin; an dem Positiven jedoch, das ich beobachtet, halte ich fest.

Es wäre zu weitläuftig, wollte ich hier nochmals die verschiedenen über den betreffenden Gegenstand veröffentlichten Arbeiten durchgehen. Eine übersichtliche Zusammenstellung aller verschiedenen und übereinstimmenden Beobachtungen findet sich in der erwähnten neuen Ausgabe des Handbuches der Gewebelehre von Kölliker. Die neuesten darin erwähnten Arbeiten von M. Schultze über die Nasenschleimhaut habe ich kennen zu lernen leider keine Gelegenheit gehabt.

Meine Untersuchungen über die Nasenschleimhaut bezogen sich diesmal gleichfalls auf die des Menschen, des Schaafes, Kalbes, Kaninchens, Meerschweinchens und des Frosches, doch habe ich mich leider, durch Umstände besonderer Art gezwungen, wesentlich auf die Nasen des Kaninchens und des Frosches beschränken müssen, und konnte mithin den Beobachtungen nicht die Ausdehnung geben und alle die Einzelheiten der Untersuchung unterziehen, deren genaue Kenntniss nöthig ist, um der Arbeit die gehörige Abrundung zu geben.

Bei den angeführten Säugethieren habe ich mich jetzt überzeugt, dass die eigentliche Regio olfactoria wohl zu unterscheiden ist von der der sogenannten Schneider'schen Membran. Die Grenze ist an den Seitenwänden der Nase ziemlich bestimmt durch anatomische Merkmale markirt und beim Kaninchen und Meerschweinchen durch verschiedene Färbung deutlich in die Augen fallend, während an der Scheidewand der Nase ein continuirlicher Uebergang des einen Theiles in den anderen stattfindet und der Unterschied nur durch die verschiedene Färbung sich kund giebt. Beim Kaninchen und Meerschweinchen

ist die Färbung der Regio olfactoria gelblich braun, beim Schaafe und Kalbe blassgelb bis in's Bräunlichgelbe oder Graugelbe zuweilen übergehend. Die Schleimhaut der Regio olfactoria oder die eigentliche Riechhaut nimmt die hinteren und oberen Theile der Nasenwandungen ein, bekleidet die sich hier vorfindenden eigentlichen Muscheln der Seitenwände und den entsprechenden Theil der Nasenscheidewand und der Nasendecke und geht nahe am Rande der Muscheln (besonders nach vorn zu), an der Scheidewand und nach dem Boden der Nasenhöhle zu in die gewöhnliche Nasenschleimhaut über, welche wesentlich den vorderen Theil der Nase bekleidet; dieser Theil zeigt bei Kaninchen und Meerschweinchen einen stark lamellösen Bau, so dass die der Luft dargebotene Schleimhaut sehr stark an Oberflächenausdehnung gewinnt und man deshalb sich leicht verleiten lassen könnte, diese Gegend für die eigentliche Riechgegend zu halten, wenn es nicht feststände, dass die Olfactoriusfasern sich auf dem hinteren Theile, der eigentlichen Regio olfactoria verbreiten, während hier nur zahlreiche Aeste des N. trigeminus vorkommen. Beim Menschen ist eine solche schon anatomisch angedeutete Scheidung nicht nachweisbar; die Schleimhaut erscheint in dem oberen, der Lamina cribrosa benachbarten und ziemlich beschränkten Theile zwar blasser, zuweilen sogar etwas gelblich gefärbt, doch lassen sich hier die Unterschiede nie so deutlich beobachten, vielleicht aus dem Grunde, weil man die menschliche Nasenschleimhaut erst viele Stunden nach dem Tode zur Beobachtung bekommt. Aus diesem Grunde, wie ich glaube, ist es mir bis jetzt nicht gelungen, so bestimmte Beobachtungen zu machen, wie bei den Säugethieren; auch liegt hierin die Ursache meiner früheren Irrthümer, weil ich trotz wiederholter Untersuchungen keinen Unterschied wahrnehmen konnte zwischen dem Verhalten der oberen und mittleren Theile der Nase, und die hier gewonnenen Anschauungen auch auf die Nasen der Säugethiere übertrug Ich muss gestehen, dass es mir aus Mangel an guten Präparaten auch jetzt noch nicht gelungen ist, der Regio olfact. bei Säugethieren analoge Verhältnisse an der menschlichen Nasenschleimhaut aufzufinden; aber durch die Erfahrungen belehrt,

setze ich mein Urtheil darüber bis zur Ermittelung sicherer Thatsachen aus. — Der unterste vorderste Theil der Nasenschleimhaut bietet wesentlich denselben Bau dar, wie die äusserste Haut des Körpers.

Beim Frosch lässt sich eine so strenge Trennung der Riechhaut und der gewöhnlichen Schleimhaut anatomisch nicht feststellen. Zwar werden wir sehen, dass auch hier ziemlich bedeutende Verschiedenheiten vorkommen, allein es giebt auch Stellen, wo gewissermaassen Riech- und gewöhnliche Schleimhaut mit einander vereinigt sind. Im Wesentlichen möchte ich jedoch die dreieckige Erhabenheit am Boden der Nasenhöhle als einen Haupttheil der eigentlichen Riechhaut beanspruchen.

Was nun das Substrat der Riechhaut und der Schneiderschen Membran anbetrifft, so halte ich wesentlich an meiner früheren Ansicht[1]) fest, dass nämlich sowohl beim Frosch als auch beim Säugethier der obere Theil des Stroma's aus mehr gelatinösem, unreifem (Reichert) Bindegewebe bestehe, mit zahlreichen ovalen Bindegewebskörpern und einer schwachen Streifung; nach der Tiefe zu geht dasselbe allmählig in das stark streifige, lockige, mit undeutlich werdenden spindelförmigen Bindegewebskörpern versehene reife Bindegewebe über. Es lässt sich dies leicht erweisen an Querschnitten von der gewöhnlichen Schleimhaut der Säugethiere und des Frosches, während die Beobachtung des gleichen Verhaltens in der eigentlichen Riechhaut sehr erschwert ist, weil dort das Bindegewebe durch die zahlreichen dichtgedrängten Drüsen und die Ausbreitungen des N. olfactarius bedeutend in den Hintergrund tritt. Das Nähere hierüber wird bei der Besprechung der Nerven erörtert werden.

Das Epithel an der Riechhaut und das an der gewöhnlichen Schleimhaut ist von wesentlich verschiedener Beschaffenheit, wie ich mich jetzt überzeugt. Bei den Säugethieren besitzen die Zellen der Schleimhaut (wie wir sie der Kürze wegen bezeichnen wollen) deutliche Cilien, die der Riechhaut entbehren sie! Die Zellen der Riechhaut sind um die Hälfte länger, als

---

1) A. a. O.

die der Schleimhaut! Sie sind schmaler, dunkler, feiner granulirt. Dass sie nur einfach und nicht geschichtet sind, dass sie von der freien Fläche bis zum Substrat herabreichen, brauche ich nicht mehr zu beweisen; einmal verweise ich in dieser Beziehung auf meine Arbeit über die Nasenschleimhaut, wo ich die Gründe ausführlich entwickelt habe, und andererseits ist dies auch von so bedeutenden Forschern, wie Kölliker und Schultze[1]) anerkannt. Anders ist es mit den Zellen der Schleimhaut. Kölliker[2]) hebt ausdrücklich hervor, dass er sich abermals von der Schichtung dieses Epithels deutlich überzeugt habe; er fand bei Säugethieren oben an der freien Fläche cylindrisch-conische Zellen, unten am Substrat mehr spindelförmige kurze Zellen. Diese Beobachtung habe ich allerdings auch gemacht, sowohl an Querschnitten von Nasenschleimhäuten, die in Chromsäure erhärtet waren, als auch an Schnitten frischer oder durch 24 Stunden in sehr dünner Chromsäurelösung macerirter Schleimhäute vom Menschen und Säugethier; allein ich kann nicht umhin, besonders hervorzuheben, dass alle Zellen, sowohl die kurzen tieferliegenden, als auch die langen flimmernden Cylinderzellen mittels ihres zugespitzten dem Substrate zugekehrten Endes an die Grenzfläche des Substrates angeheftet sind, und dass somit die Bezeichnung „geschichtetes Cylinderepithel" dafür nicht recht passend gewählt ist. Die tieferen Zellen haben verschiedene Grössen und Formen; sie sind theils kürzer, theils länger, zum Theil mehr kolbenförmig, zum Theil mehr oval oder selbst spindelförmig. Man beobachtet sie am Rande feiner Schleimhautstückchen aus frischen oder mehrere Tage mit sehr verdünnter Chromsäurelösung behandelter Nasen, wo durch leichten Druck auf das Deckgläschen die oberen langen Cylinderzellen vom Substrat sich abgelöst haben. Wie ich glaube, sind es die „Ersatzzellen" für die sich losstossenden in der Rückbildung begriffenen cilientragenden Cylinderzellen.

Einen Umstand will ich hier noch erwähnen, der auch in

1) A. a. O.

2) Gewebelehre. 1859.

anderer Beziehung wichtig ist, nämlich dass es mir zu wiederholten Malen, sowohl beim Säugethier, als auch beim Frosch gelungen ist, Querschnitte von Nasenschleimhäuten zu erhalten, wo die Zellen der einen Art dicht neben denen der anderen Art zur Beobachtung kamen, d. h. die Zellen der Riechhaut bei ihrem Uebergange in die Zellen der Schleimhaut. Das Substrat war natürlich nahe der Uebergangsstelle unter beiden Zellenarten von derselben Beschaffenheit und nahm die noch zu beschreibenden Verschiedenheiten erst nach allmähligem Uebergange an. Die Zellen selbst waren nicht schroff von einander abgegrenzt, aber der Uebergang war ein sehr schneller, durch einige wenige Zellen in Uebergangsformen vermittelter; an den Basen beider Zellenarten konnte man keine wesentlichen Unterschiede wahrnehmen.

Was nun jene wichtige Behauptung anbetrifft, dass die Zellen auf der Riechhaut zweierlei Art seien, einfache Cylinderzellen und Riechzellen (Schultze)[1] — d. h. lange cylindrisch-conische Zellen mit langem mehrfach getheiltem Fortsatz und in der Mitte einem ovalen Kern und ganz schmalen Zellen, bestehend aus einem ovalen Kern in der Mitte, einem feinen mit varicösen Anschwellungen versehenen Fortsatz nach dem Substrat zu und einem wenig breiteren Fortsatz nach der freien Fläche, auf dem bei Säugethieren und Vögeln ein feines Stäbchen, bei Fröschen sehr lange äusserst zarte Cilien aufsitzen sollen — so muss ich zunächst Kölliker widersprechen, wenn er vermuthet, dass es mir nicht gelungen sei, die gehörige Chromsäurelösung zu erlangen, in welcher sich diese „Riechzellen" erhalten. Ich habe diese Zellen schon früher vielfach beobachtet und untersucht, und auch jetzt habe ich sie mir stets nach Belieben dargestellt (in Chromsäurelösungen von 1:2000 bis 2500; stärkere Lösungen sind ungeeignet); allein auch jetzt habe ich mich noch nicht überzeugen können, dass es normale Erscheinungen seien. Ich will hier nicht wiederholen, was ich in meiner früheren Arbeit[2]) und bei Besprechung der Epithe-

1) Schultze und Kölliker, a. a. O.
2) A. a. O.

lialzellen der Froschzunge (dieses Archiv 1859 p. 505 ff.) über den Einfluss der Chromsäure gesagt; ich hebe hier nur zwei Umstände hervor, dass nämlich durch den Einfluss der Chromsäure die Zellen bedeutend schrumpfen und dass der Querschnitt der Cylinderzellen der Nase kein einfach runder, sondern ein ovaler sei, so dass es meist von der Lage der Zellen abhängt, ob sie schmal oder breit erscheinen. Bei meinen wiederholten Untersuchungen habe ich sehr schöne „Riechzellen" mit varicösen Fortsätzen u. s. w. häufig genug selbst zu sehen und anderen Beobachtern zu zeigen Gelegenheit gehabt; daneben gab es aber auch zahlreiche auffallende Beispiele, wo ganz schmale Zellen mit vielen den „Riechzellen" vindicirten Eigenschaften durch Rollen um ihre Längsaxe sich plötzlich in gewöhnliche breite Cylinderzellen der Riechhaut verwandelten. Eben so habe ich mich ebenfalls wiederholt überzeugt, dass scheinbar einfache Cylinderzellen mit mehrfachen oder mehrfach getheilten Fortsätzen durch gleiches Rollen als Bündel von Zellen sich erweisen, deren jede mit einem einfachen Fortsatze versehen war. Freilich gelingt es nicht immer, die Zellen zum Rollen zu bringen, namentlich wenn wenig Flüssigkeit unter dem Deckgläschen vorhanden ist; meiner Meinung nach wäre aber eher so zu schliessen, dass, wenn in sehr vielen Fällen die schmalen, so wie die mehrfach geschwänzten Zellen sich als optische Täuschung erweisen, es wahrscheinlich sei, dass auch bei den übrigen etwas Aehnliches vorliege, als wie zu behaupten, dass die wenigen Zellen, welche selbst beim Rollen etwas schmaler erscheinen, als wie die übrigen, eine besondere Art von Zellen darstellen.

Wenden wir uns zu dem stäbchenförmigen Fortsatz an den „Riechzellen" der Säugethiere und des Menschen und den ausserordentlich langen Cilien an den „Riechzellen" vom Frosch.[1]) Die letzteren habe ich an dem Epithel gewisser Theile der Nasenschleimhaut vom Frosch, besonders an denen der dreieckigen Erhabenheit auf dem Grunde der Nasenhöhle, an frischen Schnitten deutlich beobachtet. Es scheinen an denselben

1) M. Schultze, a. a. O.

Zellen zweierlei Cilien vorhanden zu sein, längere und kürzere; die ersteren zeigten eine langsamere, peitschenförmige Bewegung, welche sehr bald aufhörte, während die letzteren ihre lebhaften Schwingungen längere Zeit fortsetzten. In Humor aqueus erhalten sich die Cilien am besten, von gewöhnlichem Wasser werden sie sehr schnell, jedoch nicht sofort zerstört. An den Chromsäurepräparaten waren die Cilien meist vernichtet; an den Stellen, wo sie sich erhalten haben, war es nicht gut möglich nachzuweisen, dass die Cilien allein den schmalen Zellen („Riechzellen") aufsitzen, indem bei der Bemühung, die Zellen zu isoliren, regelmässig eine Verstümmelung der Cilien erfolgte; Rudimente derselben glaube ich aber ziemlich deutlich auf den Enden der breiten Zellen gesehen zu haben. Eben so wenig Glück hatte ich beim Aufsuchen der von Schultze gefundenen Stäbchen an dem peripherischen Fortsatz der „Riechzellen" von Säugethieren. Ueberall da, wo ich sie an durch stark verdünnte Chromsäurelösung isolirten Zellen zu sehen glaubte, stellten sie sich durch vorsichtiges Rollen als optische Täuschung heraus. Fast regelmässig beobachtete ich sie aber an Schnittchen frischer Riechhaut. Ich sah ganz deutlich Stäbchen über den scharfen Saum, den die freien Enden der Zellen bildeten, in regelmässigen Zwischenräumen von einander hervorragen, und zwar fanden sie sich regelmässig an der Stelle des Saumes, wo die Enden zweier breiten Zellen sich berührten, so dass nichts einfacher schien, als die Annahme, dass diese Stäbchen den zwischen den breiten Zellenenden befindlichen peripherischen Fortsätzen der „Riechzellen" angehörten. Bei schärferer Beobachtung überzeugte ich mich aber, dass diese Erscheinung, die jeder Unbefangene an Schnitten frischer Riechhaut sowohl bei Befeuchtung mit Humor aqueus, als auch, und zwar noch besser, bei Anwendung von Wasser, leicht beobachten kann, eine optische Täuschung sei. Der wasserhelle Inhalt der Zellen nämlich tritt, wie bereits anderweitig vielfach beobachtet, in Form eines runden Bläschens oder Kügelchens aus der Zelle heraus; dieses Bläschen wird bei den Zellen der Riechhaut als solches nur mit Mühe erkannt, weil es das Licht zu wenig bricht; nur

an der Stelle, wo zwei benachbarte Bläschen sich berühren, wird das Licht anders gebrochen, die Stelle erscheint dunkler und stellt sich als zarter Faden dar. Bei sorgfältiger Beobachtung, bei Veränderung der Richtung des durchfallenden Lichtes und Abschwächung desselben durch das Diaphragma, Anwendung stärkerer Vergrösserung und sonstiger Mittel zur Erkennung sehr durchsichtiger zarter Objecte, gelingt es, auch den freien Theil des Bläschens zu sehen, das Bläschen als solches zu erkennen und die ganze Erscheinung in ihrem wahren Verhältniss zu ergründen. Nimmt man Zellen von einem frisch getödteten Thiere mit Wasser oder Humor aqueus unter das Mikroskop (bedeckt mit einem dünnen Deckgläschen), so sieht man diese Bläschen anfangs nicht, allmälig kommen sie aber zum Vorschein und werden grösser und grösser, die scheinbaren Stäbchen nehmen an Länge zu. Dieselbe Beobachtung machte ich an den Zellen verschiedener Schleimhäute, besonders aber an den langen Zellen aus der Froschnase, nachdem die Cilien geschwunden waren.

Eine andere, auf ähnlichen Ursachen beruhende, jedoch etwas anders sich darstellende, mit aller Sicherheit von mir beobachtete Erscheinung ist folgende: Macht man feine Faltenschnitte der Riechhaut von frischen Chromsäurepräparaten und bedeckt sie ganz lose mit einem dünnen Deckgläschen, so dass die Zellen am Substrat hängen bleiben und mit ihren freien Enden den Rand der Falte bilden, so beobachtet man einen geraden regelmässigen scharfen Saum ohne jede Hervorragung; ist jedoch das Deckgläschen etwas schwer oder übt man einen ganz leisen Druck auf dasselbe aus, so erblickt man plötzlich den vorher scharfen Saum mit stäbchenartigen Fortsätzen in regelmässigen Entfernungen von einander (etwa der Breite einer Zelle entsprechend) bedeckt; sie sind alle ziemlich gleich kurz. Verstärkt man während der Beobachtung den Druck ganz allmählig, so sieht man, wie diese Stäbchen bis zu einer gewissen Grenze, wo die Zellen vom Substrat sich zu lösen beginnen, sich verlängern und auch ein wenig breiter werden nach ihrer Basis zu. Die ganze Erscheinung stellt sich dem Untersuchenden ganz so dar, als ob der festere

Inhalt der Zellen aus denselben durch Druck herausgepresst werde; auch lässt sich dafür schwer eine andere Erklärung geben. Die Zellen, welche ich isolirt zur Beobachtung bekam, und die wirklich eine Art Fortsatz an ihrem freien Ende zeigten, schienen mir meist solche zu sein, aus denen der Inhalt theilweise herausgepresst war; dieselben haben mich auch auf die oben beschriebene Beobachtung hingeleitet. Zur Wiederholung derselben muss man die Riechhaut in einer Chromsäurelösung von 1 : 1200—1500 mehrere Tage lang liegen lassen, doch wird es wegen der Veränderlichkeit der Wirkungen der Chromsäure auf die Zellen meist vom Zufall abhängen, ob der geronnene Zellinhalt die gehörige Consistenz hat, damit die Erscheinung mit aller Evidenz zu Stande komme. Auf die verschiedenen Beobachtungen, welche man an den Zellen noch machen kann, auf die Verrückung der Kerne und selbst deren Heraustreten aus den Zellen bei Chromsäureanwendung, und die daraus resultirenden verschiedenen Zellenformen will ich hier weiter nicht eingehen. Die Länge der Zellen der Regio olfactoria beim Kaninchen beträgt 0,05 par. Lin., die der Zellen auf der Schneider'schen Membran 0,033 par. Lin.

Uebergehend zu den Drüsen, muss ich vor Allem einen Irrthum berichtigen, den ich mir in meiner früheren Arbeit habe zu Schulden kommen lassen. Weil ich die Bowman'schen Drüsen auf der Regio olfactoria der Säugethiere nicht erkannt, so schloss ich, dass solche überhaupt nicht existirten. Die Ursache der Verkennung des Drüsenbaues lag darin, dass ich die Drüsen nicht an frischen Schnitten, sondern an Querschnitten von in Chromsäurelösung erhärteten Schleimhäuten der Nase untersucht habe. Die Chromsäure aber verändert die Drüsenzellen in verschiedener Weise und deshalb hielt ich den Inhalt der Bowman'schen Drüsen, die ich allerdings auch früher schon oft genug beobachtete, für verändertes Cylinderepithel. Die Bowman'schen Drüsen bilden kolbenförmige Schläuche, die mit ihrem schmalen Ende an der Grenze des Schleimhautsubstrates münden, mit dem sackförmigen Theile dagegen tief in das Substrat hineinragen. Sie sind jedoch im gewöhnlichen Zustande nicht ganz gerade gestreckt, sondern verlaufen ein

klein wenig geschlängelt. Namentlich beobachtete ich sehr oft, dass das untere blinde Ende eine starke Biegung machte. Da nun ausserdem diese Drüsen sehr dicht an einander gedrängt und über die ganze Regio olfactoria verbreitet sind, so bekommt man auf Querschnitten, zumal man nur selten senkrecht schneiden kann, Bilder von zahlreichen kleinen Drüsen mit geraden Ausführungsgängen, an deren Ende einige wenige rundliche und ovale, grössere und kleinere Acini aufsitzen. Diese Bilder haben mich auch neuerdings mehrmals getäuscht, bis ich dickere Querschnittchen machte und nun die Drüsen als einfache Schläuche erkannte. Sowohl an frischen (jedoch nur hin und wieder dazu disponirten), als auch an kurze Zeit mit Chromsäurelösung behandelten Präparaten wird bei gewöhnlichen Schnitten schon durch den geringsten Druck der Inhalt der Drüsen theilweise oder ganz herausgepresst, und von diesem Umstande mag es herrühren, dass Kölliker die Drüsen so abbildet,[1]) als ob ihr Epithel über das Substrat hinaus hervorrage und bis an den freien Saum des Epithels heranreiche; ich fand, dass bei möglichst vermindertem Druck das Drüsenepithel über die Grenze des Substrates nicht hinausgehe, wie bei allen übrigen Drüsen; übte ich aber einen leisen Druck aus, der allmälig verstärkt wurde, so presste ich die Zellen entweder isolirt oder im Zusammenhange und mit Beibehaltung der Drüsenform theilweise oder ganz aus dem Substrate heraus, wobei sehr häufig Bilder zum Vorschein kamen, wie sie von Kölliker dargestellt werden. Die Zellen lassen in vielen Fällen in der Mitte der Drüse einen schmalen Ausführungsgang erkennen. Sie haben eine rundlich polygonale Form, deutlichen Kern und einen aus feinen gelben Körnchen bestehenden Inhalt, wodurch die braungelbe Färbung der Regio olfactoria bei den Säugethieren bedingt wird. Der Schlauch, aus welchem die Zellen herausgepresst sind, kann häufig in dem Substrat noch deutlich erkannt werden. — Ein, wie ich glaube, sehr wichtiger Umstand, von dem ich mich an Querschnitten sowohl, als auch an gewöhnlichen Schnitten überzeugt habe, ist

1) Gewebelehre, Fig. 353.

der, dass die Bowman'schen Drüsen nur da sich finden, wo die langen Zellen der Riechhaut vorkommen, während die drüsenlosen oder mit gewöhnlichen Schleimdrüsen versehenen Theile nur das gewöhnliche cilientragende Cylinderepithel besitzen. Nie sah ich bei Säugethieren beide Drüsenarten mit einander gemischt. Ein ähnliches Verhältniss fand ich in der Froschnase, von deren Schleimhaut ich wiederholt sehr schöne Querschnitte bekam, wo ich den Uebergang der langen Zellen in die gewöhnlichen kurzen deutlich beobachten konnte. Hier fanden sich dicht unterhalb der langen Zellen die von mir[1]) beschriebenen follikelartigen, mit rundlichen Zellen angefüllten Drüsen und häufig unterhalb dieser die gewöhnlichen Schleimdrüsen; wo aber die ersteren Drüsen aufhörten und entweder nur die Schleimdrüsen oder überhaupt keine Drüsen sich fanden, da gingen die langen Zellen in die gewöhnlichen Cylinderzellen über. Die follikelartigen Drüsen beim Frosch erscheinen an frischen Schnitten in Folge des Druckes, oder an in Chromsäurelösung macerirten Präparaten in Folge der Chromsäurewirkung oval oder kolbenförmig gestaltet und, wenn sie aus dem Substrat herausgetreten und frei geworden sind, was schon durch den leisesten Druck und selbst durch einfache Maceration sehr leicht erfolgt, so stellen sie sich wegen der an ihnen festhaftenden langen Cylinderzellen als Bündel solcher Zellen dar, wie sie Eckhard unter Fig. 8 seiner Abhandlung[2]) abbildet; derselbe hielt sie auch richtiger Weise für Drüsen, während Max Schultze[3]) sie als Bündel von „Riechzellen" ansieht. Ich bin geneigt, die Follikel nicht für geschlossene zu halten, sondern glaube, dass sie eine kleine rundliche Ausführungsöffnung besitzen. Ihrem Vorkommen, ihrem aus rundlichen Zellen bestehenden Inhalte und endlich der der Schlauchform sich annähernden Gestalt nach sind sie wesentlich als den Bowman'schen Drüsen der Säugethiere entsprechende Bildungen anzusehen. — Die Bowman'schen Drüsen besitzen

1) A. a. O.
2) A. a. O.
3) A. a. O. S. 507.

eine Länge von etwa 0,15 par. Lin., eine Breite von 0,02 par. Lin., die Zellen derselben haben einen Durchmesser von 0,005 par. Lin.

Was die Schleimdrüsen der Nasenschleimhaut sowohl vom Menschen als auch von den Säugethieren und vom Frosch anbetrifft, so habe ich mich bisher der allgemein angenommenen Ansicht angeschlossen, dieselben seien acinöse Drüsen, wo die Acini den Ausführungsgängen dicht ansitzen; Theilungen der Ausführungsgänge hatte ich nicht beobachtet, sondern nur gefunden, dass zuweilen (an gewissen Theilen, besonders am unteren Rande der Muscheln stets) mehrere Ausführungsgänge ganzer Drüsen zu einem Gange sich vereinigen. Schon früher hatten mich Untersuchungen an frischen Schleimhautstücken über die acinöse Natur der Drüsen zweifelhaft gemacht; und in der letzten Zeit bekam ich bei der Untersuchung einer frischen Nasenschleimhaut vom Menschen zufällig ein feines Schleimhautfältchen zu Gesicht, wo sich mehrere Drüsen keineswegs als acinöse, sondern als einfache, sehr lange, stark gewundene Schläuche darstellten nach Art der Schweissdrüsen. Die Bogen und Schlingen, die ich zu sehen bekam, und die gänzliche Abwesenheit jedes Acinus konnten keinen Zweifel in mir aufkommen lassen; mehrere wiederholte Untersuchungen an derselben Nase und zu derselben Zeit hatten den gleichen Erfolg. Ich konnte deutlich erkennen, dass jede Drüse aus einem einzigen Ausführungsgange bestand, der sich als gleichbreiter langer Schlauch in die Tiefe erstreckte und durch vielfache Schlängelung eine ziemlich bedeutende Drüse darstellte. Spätere Untersuchungen gaben mir nicht dieselben günstigen Resultate, weil theils die Präparate nicht so durchsichtig waren, theils die Schlängelungen nicht so deutlich hervortraten, die gebildeten Schlingen vielmehr als Acini sich darstellten. Durch Zusatz einer kleinen Spur von Kalilösung konnte zwar das Präparat durchsichtiger gemacht werden, allein die deutlichen Windungen bekam ich nicht mehr so zu sehen; doch hatten die beobachteten Acini so verschiedene Grössen, so verschiedene Formen, zeigten oft so sehr in die Länge gezogene Gestalten, dass man über ihre acinöse Beschaffenheit sehr wohl in Zweifel

gerathen konnte. Dasselbe war der Fall bei meinen Untersuchungen der Schneider'schen Haut von Säugethieren; allein durch Gunst der Verhältnisse machte ich auch hier eine Beobachtung, die sehr für die Schlauchform sprach. An einem Faltenschnittchen nämlich von einem etwa 8 Tage alten Chromsäurepräparat gelang es mir, durch einen leichten Druck auf das Deckgläschen das Epithel der Schläuche in grosser Ausdehnung im Zusammenhange aus dem Substrat herauszupressen; es stellte sich dar in Form von langen, einfachen, gleichmässigen, aus einem einfachen kurzen Cylinderepithel bestehenden Röhren. Aehnliches, wie ich bei den Drüsen in der menschlichen Schleimhaut beschrieben, kann man bei Schleimhäuten aus der Froschnase, besonders wenn man sie von der Rückseite untersucht, beobachten. Dass schlauchförmige gewundene grosse Drüsen auf Querschnitten durch die Schleimhaut als acinöse sich darstellen müssen, ist klar; doch sieht man neben den runden Acini (völligen Querschnitten des Schlauches), ovale und selbst sehr lang ausgedehnte Acini, die man als Längsschnitte des Ausführungsganges betrachten müsste, wenn sie nicht der Schleimhautoberfläche meist parallel wären.

In meiner früheren Abhandlung[1]) habe ich eines Falles erwähnt, wo es mir gelungen ist, deutliche Cilienbewegung innerhalb der gewöhnlichen Schleimdrüsen des Frosches nachzuweisen; ich sah nämlich einmal, wie ein Paar Luftbläschen innerhalb der scheinbaren Acini in lebhaft rotirender Bewegung sich befanden und hin und her geworfen wurden. In neuerer Zeit habe ich mehrfach beobachtet, dass sehr kurze Cylinderzellen von der Form, wie sie in den Schleimdrüsen vorkommen, mit deutlichen Cilien versehen waren; ob es wirklich Zellen aus den Drüsen gewesen sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, obschon an Schnitten von frischen und von Chromsäurepräparaten die Zellen in reichlichem Masse aus den Drüsen heraustreten.

Ueber das Vorkommen von Bowman'schen Drüsen in der menschlichen Nase wage ich vorläufig nicht, ein Urtheil aus-

1) A. a. O.

zusprechen, da es mir bis jetzt noch nicht einmal gelungen ist, eine der Regio olfactoria der Säugethiere entsprechende Gegend in der menschlichen Nase sicher nachzuweisen. Zwar fand ich an Querschnitten von dicht unterhalb der Siebbeinplatte fortgenommenen Schleimhautstückchen neugeborner Kinder lange gerade Schläuche, die tief unten im Substrat ein wenig gewunden endeten (auf den Muscheln derselben Nasen fanden sich die gewöhnlichen acinösen (?) Drüsen), allein sie waren mit kurzem Cylinderepithel ausgekleidet; an Schnittchen derselben Gegend von erwachsenen Menschen glaube ich Aehnliches gesehen zu haben, doch fehlte es mir an Zeit und an guten Präparaten, um diese Beobachtung genauer festzustellen.

Mit der Untersuchung der Olfactoriusfasern beim Menschen, Säugethier und Frosch habe ich mich diesmal etwas sorgfältiger beschäftigt, doch reichen meine bisher erlangten Resultate nicht hin, um ein competentes Urtheil über die wahre Beschaffenheit desselben mir zu gestatten. Ueberall, wo ich die Olfactoriusäste beobachtet habe, zeigten sie im Wesentlichen dasselbe Aussehen. Die in ihnen enthaltenen Nervenfasern lassen sich als solche nur schwer erkennen. Sie besitzen im Allgemeinen eine Breite von 0,0033 par. Lin., können nur sehr schwer auseinandergezerrt und isolirt werden. Ihr Inhalt erscheint im frischen Zustande als ein homogener, aus einer grauweissen durchschimmernden, sehr fein granulirten Masse bestehender. Bei Zusatz von Essigsäure zeigen sich darin eine grosse Menge oval-stäbchenförmigen Kerne, die in der Richtung der Längsaxe des Nerven in ziemlich gleichen Entfernungen von einander angeordnet sind; noch deutlicher treten dieselben bei Zusatz von deluirter Kalilösung zum Vorschein, wo der Nerv sehr hell und durchsichtig wird. An dem abgerissenen oder abgeschnittenen Ende des Nervenästchens tritt der Inhalt der Fasern in Form einer globösen gelatinösen Masse heraus, wie man sie im Inneren der Fasern findet; meine Beobachtungen reichen nicht aus, um sicher bestimmen zu können, ob die stäbchenförmigen Kerne mit ausgetreten seien oder nicht, ob dieselben dem Nerveninhalt angehören, oder der Nervenscheide; ich vermuthe nur, dass die Kerne, falls sie dem Inhalt ange-

hören, doch an der Peripherie desselben und unmittelbar unter der Scheide liegen, weil ich da, wo ich isolirte Fasern zu beobachten Gelegenheit hatte, oder wo ich an Nervenästchen selbst einzelne Fasern ihre gerade Richtung verändern, schräg über dasselbe weggehen und dann wieder in gerader Richtung verlaufen sah, gefunden habe, dass die Kerne, wenn nicht innerhalb der Scheide selbst, so doch dicht an der Innenfläche derselben liegen. Die feinen Ausläufer, welche einige Beobachter an den Kernen (Zellen?) gesehen haben wollen, und die nach Erichsen[1]) mit den Ausläufern der benachbarten Kerne anastomosiren und die Fasern netzförmig umspinnen sollen, halte ich für eine optische Täuschung, erzeugt durch quere Faltungen der Scheide in Folge der durch die angewandten Chemikalien bedingten Quellung. — Die feinsten Verzweigungen des Nerven habe ich nicht zu präpariren vermocht; was ich darüber gefunden habe, ist theils an Querschnitten, theils an frischen Schnitten beobachtet. — Erwähnen muss ich noch, dass ich mehrmals beim Schaaf, Kaninchen, Meerschweinchen und beim Frosch an den Olfactoriusästchen feine markhaltige Fasern beobachtet habe; beim Frosch ist dies nichts Seltenes, da man stets neben den Olfactoriusfasern deutlich einfach contourirte, schmalere und breitere Nervenfasern in der eigentlichen Riechhaut sieht, wo dieselben auch häufig zu enden scheinen; selten finden sie sich dagegen bei den zuerst erwähnten Thieren, wo sie zwar mit den Hauptästen des N. olfactor. verlaufen (ob sie auch innerhalb derselben gelegen haben, kann ich nicht sicher bestimmen), aber nicht in der Riechhaut zu endigen, sondern in die Schneider'sche Haut überzugehen scheinen; in einem herauspräparirten Aestchen jedoch vom Schaaf sah ich deutlich eine zarte varicöse Faser, wie sie im Gehirn vorkommt; dieselbe änderte innerhalb des Aestchens plötzlich ihre gerade Richtung, lief schräg über die übrigen Nervenfasern fort, um zuletzt wieder ihren geraden Lauf anzunehmen; sie hatte eine durch deutliche Contouren

1) De textura nervi olfactorii ejusque ramorum. Auctore Joanne Erichsen. Diss. inaug. Dorpati Livonor. 1857.

markirte Scheide und an derselben solche Kerne, wie sie die übrigen Olfactoriusfasern zeigen; ein Uebergang derselben in eine wirkliche Olfactoriusfaser war, so weit ich sie beobachten konnte, nicht vorhanden. Ich bemühte mich zu ermitteln, ob sich nicht zuweilen ein Uebergang der Olfactoriusfasern in solche varicöse oder selbst in einfach contourirte Fasern nachweisen liesse, um so die Natur der ersteren zu ermitteln, doch war meine Mühe bisher vergebens.

Der Grund, weshalb die peripherischen Endigungen des Olfactorius so schwer nachzuweisen sind, liegt in dem Umstande, dass derselbe in seiner äusseren Beschaffenheit sich so wenig gegen die übrigen Gewebe markirt. Es ist durchaus nicht leicht, innerhalb von Querschnitten erhärteter Schleimhäute oder innerhalb frischer Schnitte den Olfactorius zu entdecken; denn er besitzt eine grosse Aehnlichkeit mit dem Bindegewebe vermöge seiner Streifung, des fein granulirten Aussehens und der länglichen Kerne, und macht den grösseren Theil des Substrates der eigentlichen Riechhaut aus. Erst bei wiederholten Beobachtungen wird man im Stande sein, die Olfactoriusäste und deren Verzweigungen sofort wieder zu erkennen, indem der Nerv etwas homogener erscheint, als das umgebende Bindegewebe, und durch eine scharfe, ziemlich deutliche Contour von dem letzteren sich abscheidet.

Untersuchen wir zuerst die Erscheinungen, welche sich an Querschnitten von in Chromsäurelösung erhärteten[1]) Schleimhäuten darstellen. Ein grosser Unterschied stellt sich zunächst heraus, je nach der Richtung, in welcher die Schleimhaut geschnitten wird, ob parallel zum Verlaufe der Olfactoriusäste oder senkrecht auf dieselben. Schneidet man parallel, was man am leichtesten an der Riechhaut der Säugethiere genau bestimmen kann, so findet man bei oberflächlicher Betrachtung des Objectes d. h. am freien Saum der Membran das Epithel, dann scharf gegen dasselbe abgegrenzt das Substrat, in welchem der Oberfläche zunächst die Bowman'schen Drüsen liegen, und

1) Das Präparat muss der Einwirkung der Chromsäure längere Zeit ausgesetzt gewesen sein, damit der Nerv vom Bindegewebe sich deutlich unterscheiden lasse.

zu unterst, nach der Anheftungsstelle der Haut zu, erscheint das Substrat aus streifigem Bindegewebe mit Kernen bestehend. Untersucht man genauer, so findet man. dass das scheinbare Bindegewebe aus verschiedenen scheinbaren Schichten besteht, aus mehr gelblichen und aus blasseren helleren. Die gelblichen Schichten überwiegen meist, sind nach unten zu breiter, die oberen, d. h. die der freien Fläche der Membran näher gelegenen sind schmaler; man sieht, dass die oberen schmaleren Schichten Abzweigungen der unteren breiteren sind, und dass jene wieder schmalere Zweige abgeben, die schräg zur freien Schleimhautoberfläche hinaufsteigen und, fortwährend Aeste abgebend, zwischen die Drüsen eintreten. Diese gelblichen Schichten sind homogener, als die anderen, bestehen aus einer fein granulirten Masse mit länglich ovalen Kernen und sind aus nicht deutlich sich markirenden blassen Fasern zusammengesetzt; die helleren Schichten zeigen eine mehr lockige Streifung und nur bei Zusatz von Essigsäure treten schmale spindelförmige Körper darin zum Vorschein. Die gelblichen Schichten sind nun die Olfactoriusäste mit ihren Verzweigungen, die blassen dagegen sind ein einfaches Bindegewebe. Wenn man genau darauf achtet, welcher Theil des Schnittes der dem Siebbeine zugerichtete und welcher der der peripherischen Nervenausbreitung entsprechende ist, so wird man sich überzeugen, dass die Aestchen vom centralen Ende des Hauptastes abgehen und ebenso wieder die kleineren Zweige, und dass dieselben in der Richtung der peripherischen Ausbreitung schräg zur freien Schleimhautoberfläche emporsteigen. Diese Beobachtungen lassen sich ziemlich leicht wiederholen. Unendlich schwer ist es aber, die wahre Endigung der Nervenfasern darzulegen. Ich habe an guten eben beschriebenen Querschnitten die Verzweigungen der Olfactoriusästchen bis ziemlich weit hinauf zwischen die Drüsen verfolgt, ja bis zur Bildung der letzten Zweiglein; die Olfactoriusfasern konnte ich noch ziemlich deutlich in sehr dünnen Zweigen erkennen. ebenso die Kerne; in den letzten Enden war es jedoch nicht mehr möglich, denn dieselben sind fein gestreift. breiten sich büschelförmig aus und man sieht von den Nerven zuletzt nichts mehr, als

eine feine Streifung, die in einen schmalen hellen Saum an der Grenze des Substrates verschwindet; den Saum halte ich für den Querschnitt einer Basement membrane, eines an Bindegewebskörperchen armen Theiles des Substrates, welcher eine bestimmte Grenze bildet zwischen letzterem und dem Epithel. Etwas Genaueres über das Verhalten des allerletzten Nervenendes in dem Saume habe ich trotz aller Anstrengung nicht ermitteln können; ich vermuthe nur, dass die Olfactoriusfasern in feinere Fasern getheilt an jenem Saum blind endigen, weil ich etwas dergleichen zuweilen gesehen zu haben glaube, vor Täuschungen aber durchaus nicht sicher gewesen bin. Durch den Saum hindurchtretende Fasern habe ich durchaus nicht wahrgenommen; eben so wenig ist es mir gelungen, an der feinen Streifung (feinen Fäserchen?) zarte varicöse Anschwellungen wahrzunehmen, wie sie Schultze beschreibt.[1])

Macht man nun von demselben Präparate, das man zur Anfertigung der eben beschriebenen Theile benutzt hat, Querschnitte senkrecht auf den Nervenlauf, so erhält man eine ganz andere Ansicht, ein ganz anderes Bild. Man sieht darin die Querschnitte der Olfactoriusstämme und zwar zu unterst die grösseren, nach oben zu die kleineren; sie nehmen zusammen den grössten Theil des Substrates ein und lassen für das Bindegewebe nur wenig Raum; sie unterscheiden sich von letzterem durch eine gelbliche Tinction und einen homogenen fein granulirten Inhalt, mit hin und wieder darin zerstreuten kleinen rundlichen Kernen. Zuweilen gelingt es zu beobachten, dass der Inhalt durch von der ganzen Nervenscheide ausgehende sehr zarte Scheidewände in zahlreiche unregelmässig polygonale Theile getrennt wird; die Kerne scheinen nur theilweise in oder an diesen Scheidewänden zu liegen. Am leichtesten lassen sich dem Nervenlaufe parallele Querschnitte an der Riechhaut der Kaninchen, Meerschweinchen, des Schaafes und wohl auch vom Menschen machen, schwer jedoch vom Frosch, weil sich dort die Richtung des Nervenverlaufes nur sehr schwer treffen lässt. Dennoch habe ich auch von der Froschnase sehr schöne

---

1) A. a. O.

Schnitte angefertigt und daselbst ein wesentlich gleiches Verhalten der Olfactoriusverzweigungen gefunden; auch überzeugte ich mich, dass die letzteren nur da vorkommen, wo auch die follikelartigen Drüsen und die langen Cylinderzellen zu beobachten sind, während bei den Säugern die letzten Enden der Olfactoriusäste auch noch auf den Beginn der Schneider-schen Haut übergingen, aber dort sich sehr schnell verloren. Auf der Schneider'schen Haut im Uebrigen, so wie beim Frosch an den mit gewöhnlichen Zellen bedeckten Theilen finden sich nur Fasern des N. trigeminus, die ich beim Frosch mehrmals blind endigend gesehen zu haben glaube; doch kann man eine solche Annahme bei Querschnitten nie mit Sicherheit stellen. — Auf gewöhnlichen Schnitten von frischer Riechhaut macht man wesentlich gleiche Beobachtungen. Bei den von mir untersuchten Säugethiernasen erschienen die Bowman'schen Drüsen, von oben gesehen, geordnet in Reihen, indem die dazwischen verlaufenden Olfactoriusäste sie in solche Reihen scheiden. Die Erkennung der letzteren ist hier erschwert, da sie in der Tiefe liegen und auch durch keine besondere Färbung von den übrigen Geweben geschieden sind; bei einiger Uebung werden sie jedoch auch hier wahrgenommen, da sie mehr blassgrau sind, homogen erscheinen und nach dem peripherischen Laufe hin sich verzweigen. Man kann die Verzweigungen auch hier ziemlich weit und bis nahe an die Grenze des Substrates verfolgen, zuletzt verschwinden sie aber in dem stark streifigen Bindegewebe. Um sie von letzterem zu scheiden, müsste man ein besonderes Reagens auf Nervensubstanz besitzen; Kali caustic. lässt zwar die grossen Stämmchen deutlich hervortreten, für die Erkenntniss der letzten Enden ist es aber ohne Nutzen. Wesentlich gleiche Verhältnisse findet man ferner in der Riechhaut des Frosches, wenn man sie auf frischen Faltenschnitten untersucht. Daneben zeigen sich darin noch verschiedene kernhaltige Fasern, die durch zahlreiche Anastomosen ein ziemlich engmaschiges Netzwerk bilden. Anfangs glaubte ich darin die wahre Endigung der Olfactoriusfasern gefunden zu haben, bis ich mich später von der Unrichtigkeit dieser Ansicht überzeugte. Es sind, wie ich jetzt glaube,

einfache Verdichtungen der Grundsubstanz, undeutlich hervortretende Bindegewebskörper. Die ganze Erscheinung stellt sich übrigens so dar, wie der von Billroth[1]) gezeichnete „Nervenplexus aus der Schlundschleimhaut der Wassersalamander".

Fassen wir die Resultate der Untersuchungen kurz zusammen, so ergiebt sich daraus ungefähr Folgendes: An der Nasenschleimhaut der Säugethiere und der Frösche lassen sich zwei Abtheilungen von verschiedener Function und von verschiedener Structur nachweisen, die eigentliche Riechhaut und die gewöhnliche Schleimhaut der Schneider'schen Membran. In der ersteren finden sich hauptsächlich die Verzweigungen des Riechnerven, während in der letzteren wesentlich nur Fasern des N. trigeminus vorkommen. Die Riechhaut ist bedeckt mit sehr langen, schmalen Cylinderzellen, die bei den Säugethieren cilienlos sind, bei den Fröschen dagegen ungewöhnlich lange feine, peitschenartig schwingende Cilien besitzen; während auf der gewöhnlichen Schleimhaut kürzere, breitere, mit kurzen lebhaft schwingenden Cilien versehene Cylinderzellen aufsitzen, zwischen deren angehefteten schmalen Enden ovale und spindelförmige Ersatzzellen gleichzeitig dem Substrate anhaften. Die Riechhaut der Säugethiere enthält zahlreiche dichtgedrängte, einfache schlauchförmige Drüsen, die mit polygonalen gelblich granulirten Zellen ausgekleidet sind; es sind die sogenannten Bowman'schen Drüsen; beim Frosche finden sich analoge Bildungen, rundliche und kolbenähnliche, mit runden Zellen ausgefüllte Follikel. Die Schleimhaut dagegen ist mit zahlreichen, scheinbar acinösen, wie ich jedoch gefunden zu haben glaube, aus langen gewundenen Schläuchen, die mit Cylinderepithel ausgekleidet sind, bestehenden Drüsen versehen. Sowohl bei der Riech- als bei der gewöhnlichen Schleimhaut findet sich eine scharfe Grenze zwischen Substrat und Epithel. — Der N. olfactorius hat eine wesentlich andere Textur, als die meisten

1) Einige Beobachtungen über das ausgedehnte Vorkommen von Nervenanastomosen im Tractus intestinalis. Müller's Archiv, 1858. Taf. VI. Fig. 1.

anderen peripherischen Nerven; er lässt sich nur schwer in Fasern zerlegen, die einen homogenen, fein granulirten Inhalt besitzen, und in deren Innerem oder in der Scheide kurze stäbchenartige, zahlreiche, kernartige Bildungen enthalten sind. Ich habe Theilung der Olfactoriusstämmchen in immer feinere Aestchen beobachtet und den schrägen Verlauf der letzteren bis an die Grenze zwischen Epithel und Substrat verfolgt; etwas Bestimmtes über ihre wirkliche Endigung vermochte ich nicht zu finden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch die Riechhaut vom Kaninchen an der Uebergangsstelle in die Schneider'sche Membran.

A. Cilienlose Zellen der Riechhaut.

B. Cilientragende Zellen der Schleimhaut mit Spindelzellen an der Anheftungsstelle.

C. Schicht der Bowman'schen Drüsen.

D. Gewundener (scheinbar acinöser) Drüsenschlauch der Schneider'schen Haut.

F. Olfactoriusstämmchen, mit dazwischen befindlichem Bindegewebe; zahlreiche Aestchen steigen davon schräg durch die Bowman'sche Drüsenschicht zur Oberfläche auf und verlieren sich dicht unter dem Epithel in der ziemlich glasbellen Begrenzung des Substrates.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Theil der Froschnase.

a a. Lange Zellen der Riechhaut mit sehr langen Cilien (die frisch zu sehen sind).

b. Kurze Zellen der gewöhnlichen Schleimhaut mit kurzen Cilien.

c, c c. Kurze rundliche und kolbige Drüsenschläuche mit rundlichen Zellen als Inhalt, theils im Substrat unter den langen Zellen der Riechhaut liegend, theils zwischen die Zellen selbst eingedrungen.

d d. Scheinbar acinöse (in der That schlauchförmige) mit Cylinderepithel ausgekleidete Drüsen.

e, e, e. Substrat unter den langen Zellen, sehr geschrumpft, enthaltend Querschnitte von Gefässen, ferner schwarzes Pigment und die runden Drüsenschläuche.

f, f, f. Nervenstämmchen, die sich in jenem Substrat dicht unter den Zellen verlieren, und zwar auch in einer Art Basement membrane.

Beschreibung einer Brachiopodenlarve.

Von

Fritz Müller in Desterro (Brasilien).

(Hierzu Taf. I.B. Fig. 1—3.)

Die Formwandlungen der niederen Thiere haben in den letzten Jahrzehenden zu den Lieblingsgegenständen zoologischer Forschung gehört, und selten wohl hat ein Gegenstand dankbarer, mit einer reicheren Fülle der überraschendsten Entdekkungen die auf ihn gewandte Mühe belohnt. Für die Mehrzahl der grösseren Thiere liegen jetzt, Dank diesen vielseitigen Bemühungen unserer Zeitgenossen, wenigstens die Grundzüge ihres Entwicklungsganges offen, und bietet auch der Ausbau im Einzelnen der Zukunft noch ein reiches Feld für anziehende Untersuchungen, so bleiben doch kaum noch wenige Gruppen übrig, über deren frühere Zustände nicht wenigstens Andeutungen oder wahrscheinliche Vermuthungen vorhanden wären. Jedenfalls die wichtigste unter diesen in Bezug auf Entwicklung noch im tiefsten Dunkel liegenden Gruppen ist, trotz ihrer spärlichen Vertretung in der lebenden Thierwelt, die der Brachiopoden.

Mit freudiger Ueberraschung begrüsste ich daher den Anblick einer unverkennbaren Brachiopodenlarve, eines um so unerwarteteren Fundes, als mir erwachsene Brachiopoden unseres Meeres noch nicht bekannt sind.[1] Ich eile, dies erste Bruchstück aus der Formenreihe der Brachiopodenentwicklung

1) Hier die Bemerkung, dass ich neuerdings von dem Verfasser obenstehenden Aufsatzes ein Stückchen einer bei Desterro gefundenen Pinna-Schale zugesandt erhielt, an welchem die Bauchschale einer *Crania* oder verwandten Brachiopode angeheftet war.

Max Schultze.

zur Kenntniss der Zoologen zu bringen, hoffend, dass es ferneren Nachforschungen gelingen werde, die früheren und späteren Schicksale des interessanten Thierchens aufzuklären.

Um sich zunächst ein vorläufiges Bild der allgemeinen Umrisse desselben zu machen, denke man sich ein zweiklappiges fast kreisrundes Muschelchen von 0,4 Mm. Durchmesser; die Schalen vollkommen gleichseitig, aber ungleich; eine grössere, schwach gewölbte Rückenschale, welche ringsum die ganz flache, hinten (am Schlussrand) ausgebuchtete Bauchschale überragt; an der Stelle des Schlosses eine quer-ovale Platte zwischen den Schalen. Mantel rings offen. Im Umkreis der Schalen ragen fünf Paar derber Borsten vor, unter denen das vierte nach hinten gerichtete durch Länge und Stärke sich auszeichnet, und die mit Ausnahme des fünften hintersten im Mantel der Bauchschale wurzeln. Eine Reihe zarterer haarförmiger Borsten entspringt jederseits dem Mantel der Rückenschale und krümmt sich bogig nach unten über die Bauchschale. — Das Thier ist, wie die Schale, vollkommen symmetrisch in Bezug auf eine durch die Mitte des Hinterrandes senkrecht auf diesen gelegte Ebene. Der eigentliche Leib, rundlich im Umriss, nimmt die Mitte der hinteren Schalenhälfte ein; ein weiter flaschenförmiger Magen, daneben zwei Gehörblasen, nach vorn zwei dunkle Augenflecke fallen daran zunächst in's Auge. Die vordere Schalenhälfte füllen vier Paar cylindrischer Arme, zwischen denen vorn ein unpaarer rundlicher Knopf und hinter diesem der Mund zu sehen ist. Auf gemeinsamem Stiele aus der Tiefe vorgeschoben breiten sich die Arme strahlig um den Mund aus und mit Hülfe ihres reichen Flimmerkleides schwimmt das Thier langsam umher.

Zur näheren Betrachtung der einzelnen Theile übergehend, so sind beide Schalen sehr dünn, biegsam, blass hornfarbig, ziemlich durchsichtig. Die Rückenschale überragt rings die Bauchschale; sie ist flach schildförmig gewölbt, 0,41 Mm. breit, 0,38 Mm. lang. Ein ziemlich genaues Bild ihres Umfanges erhält man, wenn man über derselben Geraden, der grössten Breite der Schale, vorn einen Halbkreis, hinten eine Ellipse beschreibt, deren Achsen sich wie 6 : 7 verhalten. Die Bauch-

schale, 0,3 Mm. lang, 0,38 Mm. breit, ist ganz flach; ihre Ränder laufen bei dem ruhenden Thiere denen der Rückenschale in einer Entfernung von etwa 0,02 Mm. parallel, — mit Ausnahme des Hinterrandes, an dem sich eine flache Ausbucht findet, wodurch hier die Entfernung der Schalenränder auf 0,05 Mm. steigt. Der Rand der Bauchschale erscheint in einer Breite von etwa 0,025 Mm. dunkler, mehr oder weniger röthlich braun gefärbt.

Mit ihrem Hinterrande dem ausgebuchteten Hinterrande der Bauchschale anliegend, gewahrt man zwischen den Schalen eine querovale Platte, 0,06 Mm. lang, 0,11 Mm. breit, mit dunklerem, oft braunröthlich gefärbtem, ringförmigem Rande. Sie haftet an der Bauchschale, deren Bewegungen sie folgt, und steht mit der Rückenschale nur durch Muskeln in Verbindung.

Der die Schalen auskleidende rings offene Mantel ist in der Mitte beider Schalen sehr dünn und so bildet sich hier ein scharf umschriebenes helles Feld, dessen Breite etwa $^3/_5$ von der der Rückenschale beträgt, und innerhalb dessen das ruhende Thier geborgen liegt. Dies helle Feld ist umgeben von einem minder durchsichtigen wulstigen Saume von etwa 0,04 Mm. Breite, in welchem ich einige Male (in der Rückenschale) radiär verlaufende einfache oder am Ende gablige, nach innen offene, nach aussen geschlossene Canäle bemerkte.

In diesem verdickten Saume wurzeln Borsten von zweierlei Art: stärkere, hornfarbige, wagerecht aus der Schale vorstehende und zartere, haarförmige, farblose, die sich bogig um den entgegengesetzten Schalenrand krümmen. Im Mantel der Bauchschale finden sich vier Paar Borsten der ersten Art, die der beiden vordersten Paare sind etwa 0,15 Mm. lang und in der Ruhe nach vorn und etwas nach innen gerichtet, wobei die Spitzen der beiden vordersten sich kreuzen; die des dritten Paares, das an der breitesten Stelle der Schale entspringt, wenden sich nach aussen und etwas nach hinten, sind nur 0,09 Mm. lang und überragen kaum den Rand der Bauchschale. Alle sind ganzrandig und leicht Sförmig gebogen. Weit ansehnlicher sind die Borsten des vierten Paares, sie entspringen etwa 1 Mm. vom Hinterrande der Bauchschale und reichlich eben so weit

von der Mittellinie; während die gerade Entfernung ihrer Spitze von der Wurzel 0,3 Mm. beträgt, bilden sie einen nach aussen gewölbten Bogen von 0,07 Mm. Höhe. Dem gleichförmig breiten Stiele folgt etwa zu Ende des ersten Viertels ihrer Länge eine spindelförmige 0,02 Mm. breite Verdickung, von der aus sich die Borste allmälig verjüngt, bis zu der wieder sanft auswärts gebogenen Spitze. In ihrem Endtheile und in mehr als der Hälfte ihrer Länge ist die Borste am Aussenrande und seitlich mit kurzen hinterwärts gerichteten Dornen oder Zähnchen besetzt. In der Ruhe sind diese Borsten meist gerade hinterwärts, bisweilen mehr nach aussen, seltener so nach innen gerichtet, dass ihre Spitzen sich kreuzen. Zwischen dem zweiten und dritten Paare der eben beschriebenen Borsten finden sich zwei Paar Borsten der zweiten Art.

Nur das fünfte und hinterste Paar der stärkeren Borsten gehört der Rückenschale an, liegt zwischen den Borsten des vierten Paares, ist hinterwärts gerichtet und entspricht in Grösse und Form den beiden vorderen Paaren der Bauchschale. Desto zahlreicher sind in der Rückenschale die Borsten der zweiten Art; sie bilden jederseits eine dem Rande in einer Entfernung von etwa 0,07 Mm. parallel laufende Reihe; vorn bleibt zwischen den beiden vordersten Borsten ein freier Raum von 1 Mm., während die hintersten den grossen Borsten des vierten Paares gegenüber entspringen. Ihre Zahl steigt auf 30 bis 40, sie sind haarförmig, ganzrandig, farblos, elastisch, die mittelsten längsten etwa 0,2 Mm. lang. Unter dem Rande der Bauchschale vorgetreten, biegen sie sich um diesen nach unten und innen. Die beiden hintersten sieht man bisweilen neben den stärkeren Borsten des fünften Paares wagerecht nach hinten ragen.

Der eigentliche Leib des Thieres (der fälschlich sogenannte Eingeweidesack), nimmt den grössten Theil von der hinteren Hälfte des hellen Mittelfeldes ein, ist vorn abgerundet und mit seiner ganzen oberen und unteren Fläche den Schalen angeheftet. Die Musculatur, die neben dieser Anheftung an den Leib des Thieres die einzige Verbindung der Schalen bildet, ist mir nicht ganz klar geworden; ein breites Muskelpaar, das an den vorderen Ecken des Leibes von der Rückenschale ent-

springt und nach hinten zur Bauchschale geht, sowie ein schmaleres von den Seiten der querovalen Platte nach aussen und etwas nach vorn zur Rückenschale gehendes Muskelpaar scheinen die wesentlichsten für die Bewegungen der Schalen. Sie lassen sich nicht füglich als „Schliessmuskeln“ bezeichnen, da die Schalen, durch die Platte aus einander gehalten, stets nahezu gleiche Entfernung von einander zu bewahren scheinen; einseitig wirkend, drehen sie die Bauchschale (weit seltener, wenn diese gegen andere Körper gestützt ist, sieht man Drehung der Rückenschale), und durch gleichzeitige Wirkung der beiderseitigen Muskeln wird die Bauchschale nach vorn geschoben.

Die vordere Hälfte des hellen Feldes ist ziemlich vollständig gefüllt durch die vier Paar Arme, die in der Ruhe knieförmig gebogen sind, so dass das Knie nach hinten, die Spitze wieder nach vorne sieht; seltener ist das hinterste Paar zu beiden Seiten des Leibes nach hinten geschlagen. Sie werden getragen von einem in der Ruhe auf ein Minimum verkürzten gemeinsamen Stiel, der in einem ansehnlichen querovalen Knopf von 0,05 Mm. Breite endet. Dieser pflegt sich dicht an den Vorderrand des hellen Feldes zu legen, und ist namentlich in seiner vorderen Hälfte dunkler bräunlich roth gefärbt. An der Bauchfläche des Armstieles liegt der wulstig umrandete Mund, dessen Form je nach seinen verschiedenen Contractionszuständen sehr wechselt; er erscheint enger oder weiter, als Quer- oder Längsspalte, besonders oft auch Tförmig, d. h. begrenzt von drei nach vorn convexen Bogen, einem vorderen unpaaren und zwei kleineren hinteren. Um den Mund sind nun die Arme in einer von vorn und oben nach hinten und unten geneigten Ebene geordnet, so dass also das vorderste Paar nach der Rücken-, das hinterste unter dem Munde und nach der Bauchschale zu liegt. Sie sind von gleicher Grösse, cylindrisch, etwa 0,03 Mm. dick und 0,15 Mm. lang, scheinen hohl zu sein und sind mit (ihrem Durchmesser an Länge fast gleichkommenden) Flimmercilien bekleidet.

Vom Munde aus läuft ein musculöser Schlund im Armstiele gerade nach hinten und tritt in einen die ganze Länge der Leibeshöhle einnehmenden, weiten, hinten flaschenförmig verbrei-

terten Magen, der blass dottergelb gefärbt und im Gegensatze zu dem ganzen übrigen Thiere undurchsichtig ist. Man sieht in ihm grosse Zellen von 0,006 Mm. Durchmesser und auf seiner Bauchseite mehr oder weniger ausgeprägte rundliche braune Flecken von kleinzelligem Gefüge (künftige Leber?). Ein Darm liess sich nicht auffinden, vielmehr erschien der Magen rings geschlossen.

Von Geschlechtsorganen und Gefässsystem war ebenfalls keine Spur zu entdecken; Herzen sind daher schwerlich vorhanden, da sie sich durch ihre Pulsationen hätten verrathen müssen.

Seitlich, doch mehr der Rückenfläche genähert, liegt jederseits nahe der Vorderecke des Leibes ein dunkel schwarzbrauner Augenfleck von ovaler Form (Durchmesser 0,015 und 0,013 Mm.), dessen längerer Durchmesser schief nach hinten und aussen gerichtet ist. Zu den Seiten des Magens und über denselben (der Rückenschale zu) liegen zwei ansehnliche Gehörblasen von 0,01 Mm. Durchmesser, in denen man 20 bis 30 Otolithen (von etwa 0,002 Mm.) in lebhafter tanzender Bewegung erblickt. Das Nervensystem scheint schon deutlich ausgeprägt zu sein, ist aber nur dann bruchstückweise wahrzunehmen, wenn es gelingt, durch Drehen des Deckgläschens die Schalen ohne zu grosse Verletzung des Thieres aus einander zu schieben; ich verspare die Mittheilung meiner fragmentarischen Beobachtungen, bis sich mir aus ihnen ein zusammenhängendes, durch wiederholte Prüfung gesichertes Bild gestaltet.

Da der Schwerpunkt des auf die Kante gestellten Thieres in die Rückenschale fällt, sieht man es fast immer auf dieser Schale liegen; auch beim Schwimmen scheint sie stets die untere zu sein. Das Schwimmen geschieht durch die Flimmerbewegung der die Arme bekleidenden Cilien; die Arme werden zu diesem Behufe aus der Schale vorgeschoben, strecken sich und breiten sich strahlig um den Mund aus. Dass dabei der Mund vorausgehe, würde ich, als selbstverständlich, nicht erwähnen, hätte man nicht neuerdings den seltsamen Gedanken gehabt, bei den Brachiopoden das Vorn und Hinten nach der Lage nicht des Mundes, sondern des Afters zu bestimmen.

Häufiger als das Schwimmen hat man Gelegenheit, das sonderbare Kriechen des Thieres zu beobachten, welches durch abwechselndes Drehen der Bauchschale nach rechts und links bewirkt wird. Dabei schiebt sich das Thier namentlich durch Anstemmen der starken Borsten des vierten Paares vorwärts. Gleichzeitig werden, wenn die Bauchschale z. B. sich nach links dreht, die um den linken Rand derselben sich krümmenden haarförmigen Borsten der Rückenschale durch den gegen sie drückenden Schalenrand gestreckt, um bei der folgenden Drehung nach rechts in ihre Ruhelage zurück zu schnellen und so, Algenfäden u. dgl. umfassend, das Thier festzuhalten. — Die Arme liegen bei diesen Drehungen der Bauchschale ruhig in der Rückenschale.

Dass nun unser Thier nur den Brachiopoden angereiht werden könne, wird nach der gegebenen Beschreibung keiner weiteren Erörterung bedürfen. Der erste Eindruck, dass es eine Larve sei, den mir später verschiedene Gründe zweifelhaft machten, bestätigte sich schliesslich durch einige Fortschritte der Entwicklung an denselben Thieren, die ich in der eben beschriebenen Form beobachtet hatte. Sie beschränken sich auf den kurzen Zeitraum von ein bis zwei Tagen, nach welcher Zeit die Thiere starben, geben aber immerhin einige Andeutungen für den weiteren Gang der Entwicklung. Die querovale Platte tritt unter der bis zum Vorderrande der Rückenschale vorgeschobenen Bauchschale vor, beginnt sich nach hinten zu verlängern und ein faseriges Ansehen zu zeigen (Stiel?); sie folgt, nach wie vor, den Bewegungen der Bauchschale; — hinten und rechts vom Magen ausgehend, und sofort sich nach vorn wendend, tritt ein anscheinend noch blind geschlossener Darm auf, die erste Störung der vollkommenen Symmetrie; ein feinzelliges Gewebe erscheint vorn in der Leibeshöhle zu den Seiten des Magens und verhindert die Otolithen von der Bauchseite aus zu sehen; — der Magen wird durchsichtiger und lebhaftes Flimmern in demselben sichtbar.

Alle beobachteten Exemplare (und ich konnte mir einige Wochen hindurch täglich wenigstens einige verschaffen) waren von ganz gleicher Grösse. Dass grössere nicht vorkommen,

erklärt sich aus den eben erwähnten Veränderungen, die auf ein nahes Festsetzen hinweisen; der Mangel jüngerer Formen mag vielleicht daher rühren, dass sie bis dahin in der Schale der Mutter verweilen.

Dies die bis jetzt beobachteten Thatsachen. Wenn schon sie im Allgemeinen mehr geeignet scheinen, die Neugierde zu wecken als zu befriedigen, Fragen anzuregen als zu lösen, — so lassen sich immerhin schon einige Folgerungen aus ihnen herleiten.

Zunächst ergiebt sich, dass der Theil des Brachiopodenleibes, der in der Larve Augen und Gehörblasen trägt, in welchem sich also die Centraltheile des Nervensystems mit Grund vermuthen lassen, nicht wohl als blosser „Eingeweidesack“ bezeichnet werden kann.

Ferner beantwortet sich definitiv die Frage nach dem Vorn und Hinten, Oben und Unten der Brachiopoden und zwar zu Gunsten der herkömmlichen Terminologie und gegen die von C. Vogt vertretene Ansicht, der sich mit Hintenansetzung aller übrigen Organe durch die Lage des Afters hat leiten und verleiten lassen. Hätte der eifrige Vertreter des Individualismus auch diesen Thieren ihr Recht werden lassen, nach ihrer eigenen individuellen Natur und nicht nach einer vagen Analogie mit den Muscheln gelagert zu werden, so würde er schwerlich dem After diesen Vorrang vor dem Munde eingeräumt haben, so wenig als bei Gasteropoden und anderen mit seitlichem After versehenen Thieren.

Die Bedeutung unserer Larve für die systematische Stellung der Brachiopoden näher zu erörtern, muss ich mich enthalten, da ich die neueren Forschungen über Bryozoen nur durch Jahresberichte kenne und ich selbst nur wenige Formen derselben ziemlich oberflächlich untersucht habe. Dem Eindruck des ersten Anblicks folgend würde gewiss Jeder, der unser Thier lebend zwischen lebenden Muschellarven und Cellularien gesehen, ihm ohne Bedenken seine Stelle zur Seite des letzteren anweisen. Was dabei zunächst als ähnlich in's Auge fällt, die kreisförmig gestellten Tentakel, steht in auffallendem Gegensatz zu der Armbildung der erwachsenen Brachiopoden.

Aber ob überhaupt unser Thier als Larve einer der bekannten Brachiopodenformen angehört, und nicht vielmehr dem noch unbekannten Repräsentanten einer neuen Gruppe mit kreisförmig gestellten Armen, die dann in ähnlicher Weise den Meeresbryozoen mit Tentakelkranz entsprechen würde, wie die gewöhnlichen Brachiopoden den zweiarmigen Bryozoen des süssen Wassers?

Desterro, Ende März 1859.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Brachiopodenlarve aus dem Meere von Santa Catarina, mit zurückgezogenen Armen; Durchmesser 0,4 Mm.

Fig. 2. Dieselbe schwimmend.

Fig. 3. Ein Stück der Borste B.

Beiträge zur Haemodynamik.

Von

Dr. Heinrich Jacobson,
prakt. Arzte zu Königsberg i. Pr.

I. Ueber Poiseuille's Gesetz.

Eine experimentelle Prüfung, ob das Gesetz, das Poiseuille für die Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren von sehr kleinem Durchmesser entdeckt hat, allgemein gültig sei, ist bisher nicht unternommen worden. Poiseuille behielt sich eine Ausdehnung seiner Beobachtungen nach dieser Richtung hin vor,[1] hat aber — soviel mir bekannt — bisher nichts darüber veröffentlicht. Die zur Prüfung seines Gesetzes gewählte Commission der Pariser Akademie bestätigte es für Capillaren von 0,13 bis 0,27 Mm. Durchmesser. Die Ursache des Widerspruchs, in

1) Mémoires présentés etc. t. IX. p. 523.

dem dasselbe mit den Angaben der Hydrauliker steht, wurde entweder in der grösseren Weite der von ihnen angewendeten Röhren oder darin gesucht, dass sie ausserhalb der Grenze für die Länge liegen sollten, auf die Poiseuille aufmerksam gemacht hatte. Erst durch Hagen's neuere Untersuchungen[1]) über den Einfluss der Temperatur auf die Bewegung des Wassers sind jene Angaben widerlegt worden. Seine Relation zwischen der Druckhöhe h, (d. i. der Höhe der Wassersäule im Reservoir über der Ausflussöffnung der Röhre), und der Geschwindigkeit der Strömung c, lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Gültigkeit des Poiseuille'schen Gesetzes auch für weitere Röhren schliessen.

Um einen directen Beweis hiefür zu geben, muss jedoch der innerhalb der Röhre selbst wirkende Druck, nicht h, bestimmt werden. Ist nun p° der Druck am Anfang einer gleich weiten Röhre, ϱ ihr Radius, l ihre Länge, c die mittlere Ausflussgeschwindigkeit, k eine Constante, so soll nach Poiseuille sein

$$p^\circ = k \frac{l}{\varrho^2} c$$

oder wenn H° die Höhe einer dem Drucke p° entsprechenden Flüssigkeitsäule, D die Dichtigkeit derselben bedeutet,

$$gDH^\circ = k \frac{l}{\varrho^2} c.$$

Dieselbe Relation wird nicht nur für den Druck am Anfang der Röhre, sondern auch an jedem Querschnitt derselben in beliebigem Abstande x vom Anfang gelten müssen, vorausgesetzt, dass der Druck eine lineare Function von x ist, so dass also allgemein

$$gDH = k \cdot \frac{l-x}{\varrho^2} c$$

ist.

Zur Prüfung dieses Gesetzes habe ich die folgenden Beobachtungen an Röhren angestellt, welche nahe gleiche Weite mit denen hatten, an denen Gerstner und Girard zu einer durchaus abweichenden Relation gelangt waren. Sie übertrafen

1) Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1854.

die weitesten der von Poiseuille gewählten Röhren etwa 2 bis 5 mal im Durchmesser. Seine Methode, so ausserordentlich genau sie für die geringen Geschwindigkeiten in Capillaren ist, lässt sich für grössere nicht mehr mit Vortheil benutzen.

Ich liess destillirtes und sorgsam filtrirtes Wasser aus einem Reservoir, in dem das Niveau constant erhalten wurde, in die Röhren einströmen. Das Reservoir war für Versuche mit geringem Druck ein etwa 450 Mm. hohes, 270 Mm. weites Glas, für höheren Druck ein etwa 1 Met. hohes und 240 Mm. weites Zinkgefäss, in dessen oberer Hälfte zwei einander gegenüberstehende Fenster zur Beobachung des Niveau's eingefügt waren. Um letzteres constant zu erhalten, bediente ich mich, wenn während derselben Versuchsreihe die Druckhöhe häufiger und in bestimmten Verhältnissen variirt werden sollte, eines schwimmenden Hebers. Bei dem von Hagen empfohlenen Verfahren gelang es mir nicht, Schwankungen der Oberfläche zu verhüten, während sie bei diesem durchaus ruhig erschien. Wo die Druckhöhe nur selten geändert werden durfte, habe ich über den Rand des gefüllten Gefässes aus einem daneben stehenden Behälter einen horizontalen Strom geleitet, so dass das Wasser stets überfloss. Diese einfachste Art, ein constantes Niveau zu erzeugen, ist der vorigen, wie allen anderen, bei denen ein verticaler Zufluss stattfindet, deshalb vorzuziehen, weil der Stoss des herabfallenden Wassers vermieden wird, der die Oberfläche der Flüssigkeit mehr oder minder erschüttert.

Von den drei Röhren, an denen ich die Bewegung des Wassers beobachtete, sind die beiden engeren (*A* und *B*) aus einer grossen Anzahl stärkerer Glasröhren ausgesucht, von möglichst kreisförmigem Querschnitt, durch einen Quecksilberfaden als nahe gleich weit in ihrer ganzen Ausdehnung geprüft. Die weiteste (*C*), eine Messingröhre, war über einen cylindrischen Stahldorn gezogen und ausgeschliffen. Ich hatte zu einem anderen Zweck mehrere gleich weite Röhren ziehen lassen, und überzeugte mich durch die grosse Uebereinstimmung der Beobachtungen an denselben, so wie durch Vergleich ihrer Durchmesser an verschiedenen Stücken, dass sie sehr nahe cylindrisch waren. Die Durchmesser wurden sowohl mikrome-

trisch als aus dem Gewicht einer die Röhren füllenden Wassersäule ermittelt, das auf einer $^1/_2$ Milligr. deutlich angebenden Wage bestimmt wurde. Ich habe die Resultate der Wägung zu Grunde gelegt, weil sie den mittleren Durchmesser der ganzen Röhre geben, der hier allein in Betracht kommt. Ob die Längen passend gewählt waren, konnte sich erst aus den Versuchen selbst ergeben, da Erfahrungen hierüber für diese Durchmesser nicht existiren.

Die Verbindung der Röhren mit dem Reservoir geschah mittels einer Messingplatte, die eine starke, mit Schraubengewinde versehene Hülse trug. Die Röhren waren an ihrem einen Ende von einem Messingconus umgeben, der in diese Hülse eingeschliffen war und so hineinpasste, dass die Einmündungsstelle so genau als möglich in der Ebene der inneren Wand des Gefässes lag. Ich hatte hierauf besonders deshalb geachtet, weil nach den Angaben der Hydrauliker durch einen Vorsprung an dieser Stelle die Strömung verändert wird.

In Poiseuille's Apparat gab das Manometer an dem mit comprimirter Luft gefüllten Ballon auch den Druck am Anfang der Röhre (p°) an; denn dieser pflanzte sich ungeschwächt aus dem Ballon in die Röhre hinein fort. Nur an der Uebergangsstelle der capillaren Röhre f in die weitere d[1]) ist eine geringe Veränderung des Druckes möglich, aber nicht wahrscheinlich. In meinem Apparat hingegen ist p° erheblich geringer als die Druckhöhe h im Reservoir. Da es direct nicht beobachtet werden kann, muss es aus der Relation $\frac{p^\circ}{p} = \frac{l}{l-x}$ bestimmt werden.

Um p möglichst nahe dem Anfang der Röhre zu messen, liess ich ihre und des sie umgebenden Conus obere Wand in einem Abstande von nur 9,2 Mm. vom Anfang durchbohren. Der Bohrcanal communicirte mit einem in der Hülse befindlichen, in dem eine gerade Glasröhre eingekittet war. Damit die Oeffnungen beider genau zusammenfallen, war dem Conus durch ein Häkchen an seiner unteren Wand, das in einen kleinen Ausschnitt der Hülse eingriff, eine unveränderliche Stellung gegeben.

1) S. Mémoires présentés etc. Ibidem, Fig. 3.

An der Röhre (C) wurde p auch in grösserer Entfernung (37,3 Mm. vom Anfange) und ausserdem an zwei Stellen ihres Verlaufs gemessen. Durch Aufstellung des Apparats auf einer festen Platte und sichere Unterstützung der Röhren (für deren möglichst horizontale Lage gesorgt wurde) war äusseren Erschütterungen der Flüssigkeit vorgebeugt.

Die Temperatur der bedeutenden Wassermenge, die ich in Gebrauch zog, constant zu erhalten, hätte grössere Vorrichtungen erfordert, als sie mir zu Gebote standen. Für meinen Zweck genügte es, sie am Anfang und Ende jedes Versuchs an einem an der Oberfläche des Wassers im Reservoir und vor der Ausflussöffnung befindlichen Thermometer zu bestimmen. Die unten angegebenen Temperaturen sind die hieraus berechneten Mittelwerthe. Mitunter traf es sich auch, dass sie während einer ganzen Versuchsreihe constant blieb, da die Masse der Flüssigkeit gross genug war, um geringen Schwankungen der äusseren Temperatur nur langsam zu folgen.

Die Höhe der Wassersäule im Manometer ist um die capillare Steighöhe grösser als das gesuchte H. Der einfachste Weg, die letztere für die ungleich weiten Manometerröhren zu ermitteln, schien mir, vor jedem Versuch die Wasserhöhe in ihnen mit der Niveauhöhe (h), während die Ausflussöffnung geschlossen und die Flüssigkeit im Gleichgewicht war, zu vergleichen.

Meine Beobachtung begann daher damit, diese Höhen mit dem Fernrohr zu messen. Dann öffnete ich die Röhre und den Krahn des schwimmenden Hebers und erhielt während der Strömung das Manometer in der gemessenen Höhe. Nachdem mehrere Minuten hindurch das Niveau constant geblieben, also ein stationärer Zustand der Bewegung eingetreten war, schob ich mit dem Pendelschlage der Uhr mittels einer leicht verschiebbaren Platte ein Gefäss unter den Strahl, so nahe als möglich unter den Rand der Röhre. Aus dem Gewicht des aufgefangenen Wassers wurde mit Hülfe der von Hagen gegebenen Werthe für die Dichtigkeit des destillirten Wassers bei verschiedenen Temperaturen[1]) die Ausflussgeschwindigkeit berechnet.

---

1) Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1855.

Da die Ausflusszeiten meist 4—15 Minuten betrugen, war der durch das Hin- und Herschieben des Gefässes entstehende Fehler ausserordentlich gering. Einen Beweis dafür mögen folgende Beispiele geben.

Es flossen in 4 Minuten bei derselben Temperatur und gleichem Druck aus (*C*) aus:

1087,9 Grm. 1087,2 1087,1

in 5 Minuten bei einer anderen Versuchsreihe

978,8 978,4 978,3

in 10 Minuten aus (*A*)

1285,8 1286,0 1286,1

Auch bei der engsten Röhre (A) habe ich durch das freie Ergiessen des Strahls in die Luft keine Unregelmässigkeit der Bewegung entstehen sehen, wie sie Poiseuille bei Capillaren, die nicht unter Wasser münden, bemerkte.

In nachstehender Tabelle habe ich einen Theil meiner Beobachtungen bei 10°—20° C. zusammengestellt.[1]) Es sind für jede die Mittelwerthe von H und c aus 4 Versuchen berechnet. Die H entsprechenden Werthe von $l-x$ sind:

für die Röhre (*A*)

(*a*) $l-x = 541,3$ Mm.

(*b*) $= 509,0$

für (*B*)

(*a*) $= 508,9$

(*b*) $= 427,8$

für (*C*)

$= 611,2$

I. Beobachtungen bei constantem Niveau.

(*A*) $\varrho = 0,8769$ Mm.

(*a*) $l = 552,3$ Mm.

H	c	Temp.
Mm.	Mm.	C.
511,8	808,93	16°,8
428,9	665,28	16°,6
400,0	640,93	16°,6
365,0	577,51	16°,8

(*b*) $l = 518,2$ Mm.

H	c	Temp.
Mm.	Mm.	C.
494,3	804,8	15°,4
479,6	770,23	15°,1
442,7	712,06	15°,1
391,1	631,74	15°,1

1) Ich werde sie später vollständig mittheilen.

(*B*) $\varrho = 1{,}1470$ Mm.

(*a*) $l = 518{,}1$ Mm.

H	*c*	Temp.
Mm.	Mm.	C.
406,7	972,05	11°,2
356,9	854,06	11°,2
324,7	788,75	11°,6

(*b*) $l = 437$ Mm.

H	*c*	Temp.
Mm.	Mm.	C.
336,5	1027,30	12°,2
312,5	965,90	12°,2
234,8	802,54	17°,0
167,9	597,61	18°,9
107,1	396,79	20°,2

(*C*) $\varrho = 1{,}4328$ Mm.

$l = 620{,}4$ Mm.

H	*c*	Temp.
Mm.	Mm.	C.
214,9	787,76	13°,4
195,6	724,96	13°,4
191,0	702,65	13°,4
172,6	650,25	15°,6
154,6	590,09	15°,8
151,8	581,57	15°,8
108,9	424,82	16°,7

Vergleicht man die aus diesen und aus Poiseuille's Beobachtungen mittelst seiner Relation berechneten Werthe der Constante *k* und reducirt beide (zum Vergleich mit Hagen's später anzuführenden Resultaten) auf preussische Zolle, so ergiebt sich:

Für die Röhre (*A*)

(*a*)	16°,8)	$k = 0{,}000034240''g$
	16°,6	$= 0{,}000034896''g$
		$= 0{,}000034568''g$
	16°,8)	$= 0{,}000034488''g$
(*b*)	15°,4)	$= 0{,}000035472''g$
	15°,1	$= 0{,}000035960''g$
		$= 0{,}000035904''g$
		$= 0{,}000035752''g$

Für die Röhre (B)

(a)	11°,2	$k = 0{,}000041320''g$
		$= 0{,}000041256''g$
	11°,6)	$= 0{,}000040648''g$
(b)	12°,2	$= 0{,}000038472''g$
		$= 0{,}000038048''g$
	17°)	$= 0{,}000034384''g$
	18°,9)	$= 0{,}000033016''g$
	20°,2)	$= 0{,}000031720''g$

Für die Röhre (C)

13°,4	$k = 0{,}000036720''g$
	$= 0{,}000036320''g$
	$= 0{,}000036584''g$
15°,6)	$= 0{,}000035728''g$
15°,8	$= 0{,}000035264''g$
	$= 0{,}000035136''g$
16°,7)	$= 0{,}000034504''g$

Nach Poiseuille

0°)	$k = 0{,}000055488''g$
10°)	$= 0{,}000041448''g$
11°,5)	$= 0{,}000039176''g$
12°,5)	$= 0{,}000038600''g$
14°)	$= 0{,}000036632''g$
15°,5)	$= 0{,}000035232''g$
16°,5)	$= 0{,}000034328''g$
18°,9)	$= 0{,}000032352''g$
20°,5)	$= 0{,}000031072''g.$

Diese Uebereinstimmung genügt, um die Gültigkeit von Poiseuille's Gesetz auch für weite Röhren festzustellen.

Da nach demselben die Geschwindigkeit proportional dem Quadrat des Radius ist, so kann eine Flüssigkeit sich nicht wie ein fester Körper, dessen Theilchen gleiche Geschwindigkeit haben, und der nur an seiner Berührungsfläche mit der Wand Reibung erfährt, durch eine Röhre bewegen, wie es die

Hydrauliker allgemein annahmen. Poiseuille deutet nur in wenigen Worten die Vorstellung an, die er für die wahrscheinlichste hält und aus der Bewegung des Blutes entnommen hat, ohne aus ihr sein Gesetz abzuleiten. Er sagt:

„On sait, en effet, ainsi que l'ont fait voir Haller et Spallanzani, comme on peut s'en assurer soi-même en examinant le mouvement du sang à l'aide du microscope, soit dans les vaisseaux vivants des batraciens, soit dans ceux des mammifères, que la vitesse des divers filets fluides, depuis l'axe du vaisseau vers les parois, est loin d'être la même. Cette vitesse est à son maximum dans l'axe du vaisseau; elle diminue au fur et à mesure qu'on s'approche des parois: ainsi la vitesse, tout près des parois, est d'une lenteur extrême. Ce moyen d'examiner le mouvement des liquides dans les tubes de petits diamètres devrait être employé par les hydrauliciens; ils y puiseraient des données qu'il leur est impossible de trouver ailleurs."

Die theoretische Entwicklung seines Gesetzes, die allein zu einer Einsicht in das innere Wesen dieser Bewegung führen kann, ist bisher nicht veröffentlicht worden. Herr Professor Neumann pflegt dieselbe in seinen Vorträgen über Hydrodynamik zu geben und hat mir gestattet, sie hier anzuschliessen.

Eine Flüssigkeit bewegt sich durch eine horizontal liegende, cylindrische Röhre. Die Richtung der Bewegung soll parallel der Axe der Röhre (der x-Axe) sein, alle auf concentrischen Schichten befindlichen Theilchen der Flüssigkeit sollen gleiche Geschwindigkeit haben. x sei die Entfernung eines Querschnitts vom Anfang der Röhre, r die Entfernung eines Punktes auf derselben von der Axe, p der Druck an einer beliebigen Stelle, u die Geschwindigkeit, D die Dichtigkeit. Die Voraussetzung ist demnach, dass u allein von r abhängig ist und die Richtung von x hat; daraus folgt, dass p allein von x abhängig ist.

Die Kräfte, die auf ein zonenförmiges Element der Flüssigkeit, dessen Masse $= 2\pi\, D r\, dr\, dx$, einwirken, sind Druck und Reibung.

Die Druckkräfte sind: $2\pi r\, dr\, p$ und $-2\pi\, r\, dr \left\{ p + \frac{dp}{dx} dx \right\}$ (in der positiven Richtung der x-Achse), also ihre Summe

$$= -2\pi\, r\, dr\, dx \frac{dp}{dx}$$

Die Reibung, die zwei benachbarte Flüssigkeitsschichten auf einander ausüben, sei proportional der Differenz ihrer Geschwindigkeiten; dann wird die Zone, deren Geschwindigkeit u, von der nächst inneren zurückgehalten mit der Kraft:

$$2\pi\eta \frac{du}{dr} r\, dx \quad \text{(wo } \eta \text{ eine Constante)}$$

und von der nächst folgenden beschleunigt mit der Kraft:

$$2\pi\eta \left\{ r \frac{du}{dr} + \frac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr} dr \right\} dx$$

Die Reibungskraft ist danach $= 2\pi\eta\, dr\, dx \dfrac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr}$.

Es ist also die Bewegungs-Gleichung der Elementar-Zone:

$$2\pi\, D\, r\, dr\, dx \frac{du}{dt} = -2\pi\, r\, dr\, dx \frac{dp}{dx} + 2\pi\eta\, dr\, dx \frac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr}$$

oder

$$D r \frac{du}{dt} = -r \frac{dp}{dx} + \eta \frac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr} \qquad 1)$$

Es sei nun, wie es auch bei den Beobachtungen geschehen, ein stationärer Zustand der Bewegung eingetreten, d. h. $\frac{du}{dt} = 0$, mithin

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\eta}{r} \frac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr}$$

Da die rechte Seite unabhängig von x ist, so kann p nur eine lineare Function von x sein, die, wenn (P) der Druck der Atmosphäre, p^0 den Druck am Anfang der Röhre bedeutet, die Form haben wird:

$$p = P + p^0 + p'x.$$

Tritt die Flüssigkeit am Ende der Röhre — wie in unserem Fall — frei in die Luft aus, so ist für $x = l$

$$p = P; \quad \text{also } p' = -\frac{p^0}{l}$$

$$-\frac{p^0}{l} = \frac{\eta}{r} \frac{d\left(r \frac{du}{dr}\right)}{dr}$$

und daraus
$$\beta - \frac{p^0}{2l\eta} r^2 = r \frac{du}{dr}$$
$$\alpha + \beta \log r - \frac{p^0}{4l\eta} r^2 = u \qquad 2)$$

Da die Röhre vollständig mit Wasser gefüllt ist, muss die Constante $\beta = 0$ sein, da sonst für $r = 0$, d. h. für den Axenfaden des Flüssigkeitscylinders, $u = \infty$ werden würde. Es ist also
$$\alpha - \frac{p^0}{4l\eta} r^2 = u \qquad 3)$$

α wird aus den an der Röhrenwand stattfindenden Bedingungen bestimmt. Für den allgemeinsten Fall, dass eine Reibung zwischen Röhrenwand und Flüssigkeit vorhanden ist, dass ferner die Wand selbst eine Geschwindigkeit v hat, wirkt auf ein Element vom Volumen $do\,dr$ in der äussersten ihr anliegenden Flüssigkeitsschicht, deren Geschwindigkeit $\bar{u}$ sei, die Reibungskraft:
$$D\,do\,dr \frac{d\bar{u}}{dt} = do \left\{ \varepsilon (v - \bar{u}) = \eta \frac{d\bar{u}}{dr} \right\},$$
wenn ε die Reibungsconstante zwischen Flüssigkeit und Wand ist. Da aber nicht $\frac{d\bar{u}}{dt} = \infty$ sein kann, muss
$$\varepsilon (v - \bar{u}) = \eta \frac{d\bar{u}}{dr} \text{ sein.}$$

In unserem speciellen Fall nun, wo $v = 0$, ist also die Grenzbedingung, dass für $r = R$ (dem Radius der Röhre)
$$\varepsilon \bar{u} + \eta \frac{d\bar{u}}{dr} = 0.$$

Daraus ergiebt sich durch Substitution von u und $\frac{du}{dr}$ (für $r = R$) aus Gleichung 3)
$$\alpha = \left(1 + \frac{2\eta}{\varepsilon R}\right) \frac{p^0}{4l\eta} R^2$$
und
$$u = \frac{p^0}{4l\eta} \left\{ R^2 \left(1 + \frac{2\eta}{\varepsilon R}\right) - r^2 \right\} \qquad 4)$$

Benetzt die Flüssigkeit die Wand, so befindet sich nach der allgemeinen Annahme ihre äusserste Schicht in Ruhe, d. h. $\varepsilon = \infty$; für diesen Fall ist also
$$u = \frac{p^0}{4l\eta} (R^2 - r^2) \qquad 5)$$

Für u, die Geschwindigkeit an einer beliebigen Stelle des Querschnitts, die sich nicht beobachten lässt, führen wir c, die mittlere Ausflussgeschwindigkeit, ein. Dann erhalten wir aus dem in der Zeiteinheit ausgeflossenen Flüssigkeitsvolum

$$R^2\pi\, c = 2\pi \int_0^R u\, r\, d\, r$$

$$c = \frac{R^2 p^0}{8\eta l} \qquad 6)$$

Dies ist Poiseuille's Gesetz.

Aus den oben ermittelten Werthen von k ergiebt sich also unmittelbar, da $k = 8\eta$, der Reibungs-Coefficient für Wasser bei verschiedenen Temperaturen.

Ueber die Grenze, innerhalb deren das Gesetz gilt, wissen wir nur, dass sie von Durchmesser, Länge, Temperatur und Druckhöhe abhänge; in welcher Weise ist unbekannt. Aus einer Untersuchung, die ich zur Ermittlung dieses Verhältnisses begonnen, entnehme ich, dass bei Temperaturen zwischen 18° und 25° C. die Grenze überschritten war:

für die Röhren (B) und (C) bei $h = 600$ Mm.

für (D) $\left[\begin{matrix} \varrho = 2{,}648 \text{ Mm.} \\ l = 1075{,}8 \end{matrix}\right]$ bei $h = 121$ Mm.

für (E) $\left[\begin{matrix} \varrho = 4{,}025 \text{ Mm.} \\ l = 1017{,}9 \end{matrix}\right]$ bei $h = 102$ Mm.

Dagegen galt das Gesetz für dieselben Druckhöhen bei niederen Temperaturen.

Die Schwankungen und die Trübung des ausströmenden Strahls, die Hagen bemerkte, sobald das Maximum des ersten Schenkels seiner Geschwindigkeits-Curve, das mit der Grenze zusammenfällt, erreicht wurde, habe ich zwar häufig — namentlich bei erwärmtem Wasser — beobachtet, kann sie jedoch nicht für ein Kriterium der Grenze halten. Ich sah den Strahl vollkommen klar und durchsichtig auch ausserhalb derselben. Ob sie in dem Aufhören der der Axe parallelen Richtung der Bewegung begründet ist, liesse sich feststellen, wenn man den Druck innerhalb desselben Querschnitts in verschiedenen Entfernungen von der Axe messen könnte, wozu ich keinen Weg sehe. Durch zahlreiche Messungen bei sehr verschiedenen Druckhöhen und Temperaturen habe ich mich überzeugt, dass

der Druck in der Röhre auch dann eine lineare Function von x bleibt, wenn Poiseuille's Gesetz nicht mehr gilt. Dieses Resultat scheint mir nicht dafür zu sprechen, dass der Eintritt einer wirbelförmigen Bewegung der Flüssigkeit die Ursache der Grenze sei.

Sind x' und x'' die Abstände der Punkte, an denen die Drucke p' und p'' gemessen wurden, vom Anfang der Röhre, so war innerhalb der Grenze z. B. für die Röhre (C)

$$\frac{l-x'}{l-x''} = \frac{272{,}9 \text{ Mm.}}{582{,}8} = 0{,}468 \quad \begin{cases} \dfrac{p'}{p''} = \dfrac{153}{321{,}8} = 0{,}475 \\[2ex] \dfrac{p'}{p''} = \dfrac{94{,}8}{202} = 0{,}469 \end{cases}$$

ausserhalb der Grenze

1) für (C)

$$\begin{array}{l} \dfrac{l-x'}{l-x''} = 0{,}468 \\[2ex] h = 600 - 800 \text{ Mm.} \end{array} \begin{cases} \dfrac{p'}{p''} = \dfrac{315{,}3}{662{,}9} = 0{,}475 & c = 1201{,}3 \text{ Mm.} \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{296{,}9}{637{,}2} = 0{,}465 & c = 1176{,}1 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{210{,}2}{447} = 0{,}470 & c = 967 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{300{,}6}{630{,}8} = 0{,}476 \end{cases}$$

2) für (D)

$$\begin{array}{l} \dfrac{l-x'}{l-x''} = 0{,}664 \\[2ex] h = 800 - 400 \text{ Mm.} \end{array} \begin{cases} \dfrac{p'}{p''} = \dfrac{331{,}0}{500{,}6} = 0{,}661 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{226{,}8}{336{,}5} = 0{,}673 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{453{,}6}{692{,}4} = 0{,}655 \end{cases}$$

3) für (E)

$$\begin{array}{l} \dfrac{l-x'}{l-x''} = 0{,}666 \\[2ex] h = 800 - 400 \text{ Mm.} \end{array} \begin{cases} \dfrac{p'}{p''} = \dfrac{383{,}5}{579{,}9} = 0{,}661 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{272{,}9}{417{,}6} = 0{,}653 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{376{,}2}{567{,}9} = 0{,}662 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{229{,}5}{342{,}1} = 0{,}673 \\[2ex] \phantom{\dfrac{p'}{p''}} = \dfrac{151{,}2}{228{,}6} = 0{,}661 \end{cases}$$

Die für (*C*) beigefügten Werthe der Geschwindigkeit zeigen, dass Poiseuille's Gesetz nicht mehr galt. Die Uebereinstimmung des Verhältnisses der Drucke mit dem der Entfernungen der Querschnitte, an denen sie gemessen wurden, vom Ende der Röhren, war trotzdem eben so gross, wie innerhalb der Grenze.

Ueber die Beziehung zwischen der Druckhöhe (*h*) im Reservoir und der Geschwindigkeit habe ich an der Röhre (*C*) bei variablem Niveau Beobachtungen angestellt, indem ich entweder allein an einem vor dem gläsernen Reservoir befindlichen, vertical gestellten Maassstabe gleichzeitig mit dem Fernrohr die Niveauhöhe (*h*) ablas und die bewegliche Platte zum Auffangen des Strahls mittels einer Handhabe hin- und zurückschob, oder häufiger mit Hülfe eines zweiten Beobachters.

Die Anwendung eines variablen Niveau's hatte den Vorzug, dass ich eine vollständige Reihe von Versuchen bei verschiedenen Druckhöhen in viel kürzerer Zeit und daher weit häufiger bei constanter Temperatur ausführen konnte. Wegen der grossen Weite des Reservoir's im Verhältniss zu den Röhren war die Senkung der Oberfläche während des Versuchs ein so geringer Theil der ganzen Druckhöhe, dass das arithmetische Mittel zwischen derselben am Anfang und Ende des Versuchs für die wirkende Druckhöhe angenommen werden durfte. Die Ausflusszeit betrug 2—3 Minuten.

II. Beobachtungen bei variablem Niveau.

1.			2.			3.			4.		
h	*c*	Temp.	*h*	*c*	Temp.	*h*	*c*	Temp.	*h*	*c*	Temp.
[illegible]	778,30	15°,2	298,7	757,85	12°,8	291,2	764,82	16°,5	285,2	753,96	16°,4
[illegible]	[illegible]		211,9	580,78		271,8	712,26		244,1	662,96	
[illegible]	[illegible]		169,7	472,56		245,1	661,35		205,9	576,28	
[illegible]	[illegible]		130,5	377,52		206,6	578,92		162,9	475,50	
[illegible]	[illegible]					178,6	511,14		126,6	384,50	
						151,5	448,85				
						123,3	375,50				

Diese Beobachtungen lassen sich unter der Form darstellen:

$$h = sc + tc^2$$

Die Methode der kleinsten Quadrate ergiebt nämlich als Werthe der Constanten s und t

aus 1)	$s = 0{,}2817$	$t = 0{,}0001396$
2)	$= 0{,}2999$	$= 0{,}0001248$
3)	$= 0{,}2696$	$= 0{,}0001526$
4)	$= 0{,}2752$	$= 0{,}0001401$

Die Einführung dieser Constante giebt unregelmässige Differenzen der berechneten von den beobachteten Werthen von h, deren grösste $\frac{1}{100}h$ beträgt. Diese liegt aber bei der Anwendung eines variablen Niveau's und so geringer Druckhöhe noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

Der Ausdruck, durch den Hagen seine neueren Beobachtungen darstellt

$$h = r + sc + tc^2$$

enthält das von c unabhängige Glied r, dessen er bei früheren Versuchen, bei denen die Röhren unter Wasser mündeten, nicht bedurfte. Es soll nach ihm der Einfluss der Capillar-Erscheinungen, die durch das Ausströmen des Strahls in die Luft entstehen, darstellen. Meine bisherigen Beobachtungen fordern diese Annahme nicht. — Hagen fand ferner den Coëfficienten

$$s = \beta \frac{l}{(\varrho - \alpha)^2}$$

wo β eine neue Constante, α die Dicke einer der Röhrenwand anliegenden, ruhenden Wasserschicht $= \frac{1}{64}'''$ etwa sein soll.

Seine Werthe der Constanten β sind:[1])

0°C)	$\beta = 0{,}000064633$
6°,5)	$= 0{,}000038874$
11°,5)	$= 0{,}000033203$
12°,5)	$= 0{,}000032417$
14°,0)	$= 0{,}000031070$
16°,5)	$= 0{,}000029175$
18°,9)	$= 0{,}000027540$
20°,5)	$= 0{,}000026524$

1) Ich habe sie theilweise aus seinem Temperatur-Coëfficienten berechnet.

Will man nach der in der Hydraulik üblichen Anschauung die Druckhöhe (h) in eine Widerstandshöhe (w), die zur Ueberwindung der Reibung der Flüssigkeit innerhalb der Röhre verwendet wird, und in eine Geschwindigkeitshöhe zerlegen, die die Bewegung hervorbringt, so wäre Hagen's Schluss, es sei das zweite Glied seiner Relation

$$sc = \beta \frac{l}{(\varrho - \alpha)^2} c = w$$

gerechtfertigt, wenn nachgewiesen werden kann, dass das dritte Glied tc^2 keinen Theil von w enthält. Da jedoch Hagen den Coëfficienten t nicht definiren konnte, so war die allgemeine Annahme, dass

$$w = ac + bc^2,$$

nicht widerlegt, so unwahrscheinlich sie auch geworden war. Durch die directe Beobachtung des Druckes p innerhalb der Röhre (siehe meine Beobachtungsreihe I.) ist dies geschehen; denn dieser Druck ist identisch mit dem, was man unter dem unklaren Begriff Widerstandshöhe zu verstehen pflegt. Es ist also

$$w = p^{\circ} = k \frac{l}{\varrho^2} c$$

In Uebereinstimmung hiermit ergiebt aber auch die Berechnung von w aus der Beobachtungsreihe II., dass die Hypothese jener ruhenden Wasserschicht α, die Hagen selbst zweifelhaft erschien, nicht gerechtfertigt sei. Setze ich nämlich die von mir gefundenen Werthe von $s = k \frac{l}{\varrho^2}$, so erhalte ich

aus 1) $k = 0{,}00003564$ (15°,4 C.)
aus 2) $ = 0{,}00003794$ (12°,8)
aus 3) $ = 0{,}00003411$ (16°,5)
aus 4) $ = 0{,}00003482$ (16°,4)

d. h. Werthe der Reibungs-Constante, die mit den oben ermittelten so nahe übereinstimmen, dass die Differenz nur von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Berücksichtigt man, dass Hagen Brunnenwasser, dessen Reibungscoëfficient wegen des Salzgehaltes etwas abwich, angewandt, während Poiseuille und ich destillirtes Wasser, dass die Temperatur nur nach Poiseuille's Methode constant zu

erhalten war, während sie nach Hagen's Verfahren bei jeder Versuchsreihe so variirte, dass die, gleichen Temperaturen zugehörigen Geschwindigkeiten nur durch graphische Darstellung, nicht durch directe Beobachtung gefunden werden konnten, so wird auch die Differenz zwischen k und Hagen's Constante β nicht auffällig erscheinen.

Seit Volkmann's Untersuchungen über Haemodynamik ist die Strömung durch gerade Röhren in der Physiologie häufig — namentlich von Ludwig, Fick und Donders — discutirt worden. Allgemein ist bisher die unrichtige Relation $w = ac + bc^2$ zu Grunde gelegt und auf die Blutbewegung angewandt. Sowohl Poiseuille's Gesetz als Hagen's wichtige Untersuchung wurde als nur für Capillaren und sehr enge Röhren gültig vorausgesetzt, obwohl die letztere sich auf Durchmesser bezog, die den von Volkmann in Betracht gezogenen sehr nahe lagen. Der Unterschied der Niveauhöhe (h) von dem Druck, der in Poiseuille's Apparat die Strömung erzeugt, in Bezug auf ihr Verhältniss zur Geschwindigkeit ist bisher übersehen. Donders[1]) glaubt dadurch, dass er w als die Summe des an der Eintrittsstelle der Flüssigkeit stattfindenden und des Reibungswiderstandes innerhalb der Röhre auffasst, bewiesen zu haben, dass jene Relation für w selbst für engere Röhren gelte, für die Volkmann sie ungültig gefunden. Ist auch dieselbe, wie Donders mit Recht bemerkt, eine rein empirische und die Vorstellung von dem Widerstande in bewegten Flüssigkeiten, durch die man sie zu begründen suchte, eine willkürliche, so ist es doch gewiss noch willkürlicher, dem w eine ganz andere Deutung zu geben, als es nun einmal hat, abgesehen davon, dass diese Deutung gleichfalls auf einer irrthümlichen Auffassung des Widerstandes beruht. Mit den Principien der Mechanik sind Donders' Definitionen:[2])

„Geschwindigkeit = lebendige Kraft = Arbeit"

Triebkraft = Arbeit + Arbeitsvermögen

nicht im Einklang. Jene complicirten Erscheinungen, die Volk-

1) Archiv für die holländischen Beiträge. Bd. I. Heft 1.

2) Donders: Physiologie des Menschen. I. Band. S. 61 und 63 (zweite Auflage.)

mann[1]) beobachtete, sind nicht durch das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft erklärt, durch das Donders die Räthsel der Mechanik des Kreislaufs gelöst glaubt, während es bisher nicht ausgereicht hat, weit einfachere Probleme der Hydrodynamik zu lösen.

Ludwig[2]) bestreitet die Annahme, dass der Druck an allen Stellen eines senkrecht durch den Strom geführten Querschnitts derselbe sei, giebt aber selbst an, dass, bei genügender Länge der Röhre, der Flüssigkeit beigemengte, sichtbare Theilchen sich parallel der Axe und geradlinig bewegen, was doch bei ungleicher Vertheilung des Drucks mithin auch innerhalb desselben Querschnitts stattfindender Strömung nicht möglich wäre. Seine mit Stefan[3]) unternommenen Messungen sind nicht im Stande, diese allgemeine Annahme, die — wie wir gesehn — auch theoretisch motivirt ist, zu erschüttern. Das von der Wand nach der Axe zu geführte Manometer, dessen sie sich bedienten, muss die Richtung der Bewegung ändern, Wirbel erzeugen und kann daher den bei unbehinderter Strömung stattfindenden Druck nicht angeben. Die von ihnen beobachtete Senkung lässt sich — wie mir scheint — aus Daniel Bernoullis[4]) Untersuchungen über den Einfluss eines in den Strom eingeführten Diaphragma — (denn als solches kann man ja wohl das Manometer ansehn) — auf den Druck erklären.

Zu einer Definition des Coëfficienten ε in der Relation zwischen h und c reichen bisher weder Theorie noch Beobachtung aus. Unter denselben Voraussetzungen über die innere Reibung der Flüssigkeiten, wie für Poiseuille's Gesetz, führt die Theorie zu der Gleichung:

$$gh = c^2 + \frac{8\eta l c}{D\varrho^2}$$

wenn man den Verlust an lebendiger Kraft unbeach-

1) Volkmann, Haemodynamik. Cap. 3 und Donders in Müller's Archiv. 1856. Heft 5.

2) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie. Bd. 2. S. 57 (zweite Aufl.).

3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 32.

4) D. Bernoulli, Hydrodynamica.

tet lässt, der beim Eintritt der Flüssigkeit aus dem Reservoir in die Röhre entsteht. Geht man zur Berechnung desselben von der Hypothese aus, dass der Strahl sich hier — wie beim Eintritt in eine Ansatzröhre — contrahire, darauf wieder ausbreite und an die Wand anlege, so wird der Coëfficient von $c^2 = 1 + \left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right)^2$, wo γ den Contractions-Coëfficienten bedeutet. Führt man Newton's Werthe von γ ein, so wird er:

für enge Oeffnungen $= 1,18$ $(\gamma = 0,7)$
für weitere . . . . . $= 1,41$ $(\gamma = 0,6)$

Nach meinen Beobachtungen (II) ergiebt sich der entsprechende Coëfficient gt für die Röhre (C):

aus 1) 1,37 — aus 2) 1,22 — aus 3) 1,49 — aus 4) 1,37.

Hagen fand für ein und dieselbe Röhre z. B. (A), deren Durchmesser der meinigen (C) am nächsten liegt, gleichfalls Abweichungen von 1,23 bis 1,57 zwischen den Temperaturen 5 bis 20° C. Er erklärt dieselben nicht durch den Einfluss der Temperatur, sondern durch die Abhängigkeit des Geschwindigkeits-Coëfficienten (K) von der Druckhöhe h, den er bei weiteren Röhren mit abnehmendem h von 0,82—0,7 sich verringern sah, während er bei Temperatur-Unterschieden von 4°—72° constant blieb.

Es ist nun $\frac{1}{K^2} = 1 + \left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right)^2$; den von mir gefundenen Werthen 1,22—1,47 entsprächen demnach $K = 0,82$ bis 0,90. Innerhalb derselben Grenzen liegen auch die an engen Ansatzröhren bestimmten Werthe von K. Der Verlust an lebendiger Kraft an der Eintrittsstelle scheint demnach nahe derselbe zu sein, ob die Strömung durch ein Ansatzrohr oder eine längere Röhre erfolgt.

Dass der Geschwindigkeits-Coëfficient eine Function der Druckhöhe (h) sei, ist mir nach Beobachtungen, die ich zur Prüfung der von Volkmann[1]) über das Verhältniss von h zu dem Druck am Aufang der Röhre ($p°$) angestellten unternahm,

1) Volkmann, Haemodynamik. Cap. 1.

wahrscheinlich. An den bezeichneten 4 Röhren, deren Durchmesser und Längen sehr verschieden, habe ich p 9,2 Mm. von der Eintrittsstelle der Flüssigkeit stets an demselben, oben beschriebenen Manometer bestimmt. Um bei gleicher Temperatur eine grössere Reihe von Beobachtungen ausführen zu können, wurde das Niveau im Reservoir statt mit dem Fernrohr schneller an einem Manometer abgelesen, das seitlich in gleicher Höhe mit der Einmündungsstelle der Röhre angebracht, und dessen capillare Steighöhe bestimmt war. Der hydrodynamische Druck, den dieses Manometer angiebt, ist zwar um die Grösse $h\left(\frac{Q}{q}\right)^2$ (wo Q der Querschnitt des Röhrenlumens, q der des Reservoirs) geringer als h. Im vorliegenden Falle ist aber diese Differenz so gering, dass beide gleichgesetzt werden dürfen. Bei den engeren Röhren ist sie etwa $\frac{1}{1000}h$.

(A) $\varrho = 0{,}8769$ Mm.			(B) $\varrho = 1{,}1470$ Mm.			(D) $\varrho = 2{,}648$ Mm.			(E) $\varrho = 4{,}025$ Mm.		
h	p°	$\frac{h}{p^\circ}$	h	p°	$\frac{h}{p^\circ}$	h	p°	$\frac{h}{p^\circ}$	h	p°	$\frac{h}{p^\circ}$
(a) $l = 552{,}3$ Mm.			(a) $l = 518{,}1$ Mm.			$l = 1078{,}7$ Mm.			$l = 1021{,}6$ Mm.		
862	799,7	1,077	758	634,4	1,194	840	720,7	1,165	865	638,7	1,354
787	733,1	1,073	712	596,7	1,193	717	616,9	1,162	612	461,1	1,327
714	668,1	1,068	520	451,9	1,150	610	527,1	1,157	423	324,9	1,302
660	620,2	1,064	410,2	360,1	1,110				325	254,3	1,278
613	577,3	1,061				412	342,7	1,202	212	166,5	1,273
540	512,0	1,054	(b)			362	301,4	1,189			
511,2	486,5	1,050	$l = 437$ Mm.			270	232,8	1,178	850	619,5	1,372
489	457,9	1,048	414	345,8	1,197				810	592,3	1,367
414	396,8	1,043	311	262,1	1,186	298	256,0	1,164	711	522,7	1,360
(b)			260	223,4	1,163	261	224,8	1,163	508	374,3	1,357
$l = 518{,}1$ Mm			240	207,1	1,158	210	182,4	1,151			
619	547,7	1,130	225	194,8	1,155				411	301,7	1,348
596	527,3	1,130	192	168,3	1,140				311	234,1	1,328
547,2	489,6	1,117	163	145,9	1,117				211	162,4	1,299
481	434,5	1,107	128	117,3	1,091				160	123,9	1,291
									187	143,3	1,301
									127,5	102	1,250
									110	88	1,250
									81	66	1,227

h und p°, das aus p berechnet wurde, sind in dem Mass meiner Scala angegeben, für die der Abstand zweier Theilstriche = 0,4084 paris. Linien ist. Die durch einen Strich getrennten Beobachtungen sind bei gleicher Temperatur gemacht.

Ich fand also abweichend von Volkmann, dass auch bei engen Röhren $\frac{h}{p^{\circ}}$ mit h abnimmt und es scheint dies sowohl innerhalb als ausserhalb der Grenze des Poiseuille'schen Gesetzes zu gelten.

Meine Resultate über den Einfluss der Länge, des Durchmessers der Röhre, der Temperatur auf den Verlust an lebendiger Kraft an der Einströmungsstelle der Flüssigkeit werde ich in dem dritten Beitrag mittheilen.

II. Ueber die Bewegung einer Flüssigkeit in verzweigten Röhren.

Das Gesetz, dem die Strömung in verzweigten Bahnen folgt, ist unbekannt; Beobachtungen, aus dem es abgeleitet werden könnte, sind nicht vorhanden. Wenn die folgende Untersuchung nur einige allgemeine Gesichtspunkte zur Beurtheilung dieser complicirten Erscheinung bietet, so ist ihr Zweck erfüllt. Sie so weit auszudehnen, dass sie einer Theorie zur Grundlage dienen könnte, haben mich bisher die mechanischen Schwierigkeiten gehindert, mit denen eine exacte Construction verzweigter Röhrensysteme verknüpft ist. Eine solche erfordert vor Allem, dass an der Kreuzungsstelle der einzelnen Strombahnen keine Unebenheit der Wand die Bewegung der Flüssigkeit störe. Diese Bedingung ist für den einfachsten Fall, den ich hier behandle, die Kreuzung zweier Röhren, in folgender Weise erfüllt worden:

In den starken Messingring (R), dessen horizontalen Durchschnitt Figur 1. zeigt, wurden vier genau gleich lange und weite, sorgfältig ausgeschliffene Messingröhren so eingefügt, dass ihre Mündungen in seiner inneren Fläche und in dersel-

Fig. 2.



Fig. 1.

ben Ebene lagen. In die Oeffnung des Ringes war das Stück (*O*) (Fig. 2) eingeschliffen und durch 4 Stahlspindeln beiden eine feste Verbindung gesichert. Darauf wurden die beiden gegenüberliegenden Röhren (*A*) und (*B*) mittels Durchbohrung von *O* in einander geführt und dem Bohrcanal (*a b*) dieselbe Weite gegeben. Durch die Röhre (*A B*) wurde ein gerader Messingdraht gezogen, der den Canal (*a b*) genau schloss. Um ihn unverrückbar zu fixiren, wurden auf ihn zwei Platten (*c*) und (*d*) geschoben, mit den beiden gleich grossen Platten (*e*) und (*f*), die an der Röhre (*A B*) befestigt waren, durch Schrauben verbunden und angelöthet. Durch diesen Draht hindurch geschah die zweite Durchbohrung von (*O*), die die Röhren (*C*) und (*D*) vereinigte. Dass sie durch die Mitte des Drahts ge-

gangen, die beiden Canäle (*a b*) und (*a' b'*) sich also in derselben Ebene kreuzten, zeigte die Besichtigung der herausgezogenen Theile des Drahts, die zugleich zum Verschluss der Schenkel (*A*) und (*B*) an der Kreuzungsstelle bei den Versuchen dienten.

Ausser dem rechtwinkligen Röhrenkreuz (Fig. 1) liess ich zwei andere von denselben Dimensionen, bei denen die Durchkreuzung unter $\angle 30°$ und $\angle 45°$ stattfand, in derselben Weise anfertigen. Die Länge von (*A B*) und (*C D*) betrug 620,4 Mm., ihr mittlerer Durchmesser 2,8656 Mm.

Die Platten (*e*) und (*f*) waren so ausgeschnitten, dass der untere Rand der Röhre frei hervorragte, um den Einfluss der Capillarität, der sich an der Platte trotz Bestreichen mit Fett bemerkbar machte, zu beseitigen. Zur Unterstützung der Röhre diente eine mit Stellschrauben versehene Platte, mit einer Vertiefung in der Mitte, in die der Messingring *R* genau hineinpasste. Mittels einer auf *O* aufgesetzten Libelle liess sich der Röhre eine horizontale Lage geben.

Die übrige Anordnung des Apparats, sowie die Beobachtungsmethode war dieselbe, wie ich sie für die Strömung durch eine gerade Röhre angewandt habe. Da bei Druckhöhen bis zu 1 Met., die mir zu Gebote standen, schon geringe Erschütterungen der Oberfläche der Flüssigkeit im Druckgefäss ein Schwanken und stossweises Ausfliessen des Strahls, namentlich in den Seitenzweigen, bewirken, so habe ich hier gewöhnlich das Niveau durch seitliches Zuströmen zu dem übervollen Gefäss constant erhalten. An demselben waren in bestimmten Abständen 8 Hülsen befestigt, in die der Conus der Röhre *C D* eingefügt werden konnte. Der Schlitten, auf dem die Gefässe zum Auffangen der Strahlen bewegt wurden, lief in zwei Armen aus, um das bei den Winkeln 90°, 135°, 150° seitlich ausfliessende Wasser aufzunehmen.

Ich lasse zuvörderst meine Beobachtungen über den Einfluss des Winkels, unter dem der Strom sich theilt, auf die Summe der mittleren Ausflussgeschwindigkeiten der beiden Partialströme folgen.

(*A*) ist an der Kreuzungsstelle (*o*) geschlossen. Der Strom geht durch *C* und zerfällt bei (*o*) in einen Theil, der in derselben geraden Richtung durch (*D*) und einen anderen, der sich durch den Seitenzweig (*B*) fortsetzt. (*Q'*) sei die Ausflussmenge aus (*D*), (*Q''*) aus (*B*), *v'* und *v''* die entsprechenden Ausflussgeschwindigkeiten, *h* die Druckhöhe im Reservoir.

Die Summen der in gleichen Zeiten, bei gleicher Druckhöhe und Temperatur unter verschiedenem Theilungswinkel (*α*) ausgeflossenen Quantitäten sind durch eine Klammer verbunden; *h* in dem (Beitrag I.) erwähnten Mass meiner Scala angegeben.

h	α	$Q' + Q''$
874	45°	30557 Gran
	135°	30643
	150°	30470
815	30°	45900
	45°	46148
	90°	46268
746	130°	40626
	150°	40446
745	30°	44423
	90°	44550
745	30°	41294
	90°	41634
676	30°	38374
	45°	38367
	90°	38187
467	45°	20480
	135°	20400
349	45°	17600
	135°	17670

h	α	$Q' + Q''$
337	30°	17444 Gran
	90°	17250
334	30°	17540
	90°	17390
198	30°	12271
	45°	12411
138	135°	8400
	150°	8350

Ist auch der Fehler der Messung von h und der Zeitzählung so gering, dass er eine genauere Uebereinstimmung der Beobachtungen zuliesse, so liegt doch eine wesentliche Fehlerquelle darin, dass das Wasser während einer Versuchsreihe nicht immer frei von mechanisch beigemengten Körperchen erhalten werden kann, die an der Kreuzungsstelle der engen Röhren leicht haften bleiben. Geringe Unregelmässigkeiten des Ausflusses sind daher hier häufiger als bei der Strömung durch eine gerade Röhre und erklären wohl die gefundene Differenz, die nur zweimal über $\frac{1}{100}$ beträgt.

Es ist demnach:

„die Summe der mittleren Ausflussgeschwin-
„digkeiten $(v'' + v')$ der beiden Partialströme
„unabhängig von dem Theilungs-Winkel."

Für das Verhältniss $\frac{v'}{v''}$ erhielt ich nachstehende Werthe bei Temperaturen von 12° bis 18°.

$\alpha = 30°$	45°	90°	135°	150°
$h = 958$ 0,789	$h = 957,5$ 0,736 0,733	$h = 960$ 0,627 0,626	$h = 889$ 0,569 0,569 0,567 0,568	$h = 889$ 0,559 0,557 0,558 0,556
$h = 889$ 0,795 0,788 0,780	$h = 889,5$ 0,732 0,731 0,727	$h = 889$ 0,609 0,609 0,610 0,608	$h = 854$ 0,565 0,566 0,570	$h = 854$ 0,558 5,556 0,557
$h = 861,7$ 0,786 = 859,5 0,786 = 859 0,785	$h = 888$ 0,726 0,730 0,736	$h = 889,5$ 0,617 0,618 0,617 0,617	$h = 744$ 0,572 0,572 0,572	$h = 744$ 0,563 0,564 0,564
$h = 859$ 0,796 0,783	$h = 864,5$ 0,723 0,724 0,721	= 862,5 0,617 = 863,8 0,614 = 861,3 0,618	$h = 888$ 0,598 0,592 0,592 0,593	$h = 888$ 0,582 0,584 0,581 0,584
$h = 816,7$ 0,776 0,771 0,776	$h = 860$ 0,732 861 0,731 862,5 0,730	= 817,8 0,607 0,608 0,609 0,613 0,614	$h = 560$ 0,570 0,569 0,571	$h = 560$ 0,562 0,562 0,560
$h = 815$ 0,770 0,776 0,780	$h = 846$ 0,722 0,719 0,715	= 789,9 0,623 = 789,7 0,621		
$h = 812,5$ 0,771 0,771 0,783	$h = 814$ 0,723 0,726 0,728	= 761,5 0,608 = 760,3 0,607 0,600		
$h = 810$ 0,768 0,770	$h = 755,5$ 0,732 = 758,5 0,733 = 748,5 0,736	= 745 0,608 0,612 0,612		
$h = 760$ 0,762 = 765,7 0,761 = 758,2 0,765	$h = 745$ 0,734 0,731 0,731			
$h = 745$ 0,782 0,775 0,771 0,772	$h = 676,5$ 0,731 0,730 0,730			
$h = 676,5$ 0,785 0,781 0,779 0,781	$h = 561$ 0,710 0,709 0,709			
$h = 563$ 0,773 0,772 0,772				

Das Verhältniss der Geschwindigkeiten war in zahlreichen Beobachtungen so constant für $\angle 150°$ um den geringen Unterschied von höchstens $\frac{1}{100}$ kleiner als für $\angle 135°$, dass ich dies nicht für zufällig halten möchte, wenn auch die Werthe für die einzelnen Winkel unter einander mehr abweichen.

Ueber den Einfluss der Temperatur sind meine Versuche noch zu lückenhaft. Ich entnehme ihnen folgendes Beispiel:

$\angle 30°$

Temp.	$\frac{v''}{v'}$
28°,5 C.	0,813
22°	0,803 0,807 0,800
11°,6	0,773 0,772 0,770

Die Geschwindigkeit des Partialstroms habe ich aus meinen Beobachtungen nicht als trigonometrische Function des Theilungswinkels (α) ableiten können. Dieselben genügen etwa folgendem Ausdruck:

$$\frac{v''}{v' + v''} = 0{,}350 + 0{,}150\, e^{-\alpha}, \text{ woraus}$$

$$\frac{v''}{v'} = \frac{0{,}350 + 0{,}150\, e^{-\alpha}}{0{,}650 - 0{,}150\, e^{-\alpha}}$$

Danach ist:

	$\alpha = 30°$	45°	90°	135°	150°
berechnet: $\frac{v''}{v'}$ =	0,782	0,719	0,615	0,573	0,564

Um jedoch zu einer sicheren Interpolationsformel zu gelangen, wird es nothwendig sein, eine grössere Anzahl von Winkeln zu untersuchen.

Durch abwechselndes Oeffnen und Verschliessen der Röhre *AB* an der Kreuzungsstelle liess sich die Bewegung in

einer geraden Strombahn CD mit der in einer verzweigten vergleichen.

Q sei die Ausflussquantität aus der ersteren. Für die in einer horizontalen Reihe der nachfolgenden Tabelle befindlichen Beobachtungen war die Temperatur constant geblieben.

h	Q	$Q' + Q''$	$\frac{Q}{Q' + Q''}$	α
960	24165	30738	0,786	30°
960	23996	30039	0,798	90°
958	23955	30400	0,787	45°
885	15330	18360	0,834	150°
876	15343	19062	0,804	30°
868	15236	18282	0,833	135°
862	15060	18581	0,812	90°
603	18437	22260	0,828	150°
600	19262	22767	0,846	135°
597	19352	23322	0,829	45°
461	16467	19337	0,851	90°
438	14310	16609	0,861	30°
345	15288	18082	0,845	30°
337	14613	17225	0,848	90°

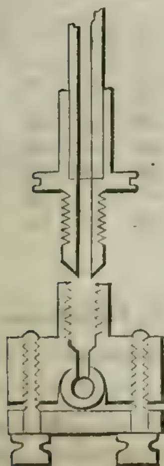
Der Apparat gestattet ferner einen Vergleich der Strömung in gerader Bahn mit der in einer knieförmig unter verschiedenen Winkeln gebogenen.

Der Schenkel D konnte freilich nur am Ende, nicht an der Kreuzungsstelle selbst geschlossen werden, so dass der Strom an seiner Ablenkungsstelle nicht überall von der Wand der Röhre, sondern an einer Seite von der in D ruhenden Wassersäule begrenzt ist. Dies scheint jedoch nach meinen Versuchen ohne Einfluss zu sein. Ich überzeugte mich nämlich, dass sowohl für die gerade als die verzweigte Strömung die Resultate dieselben bleiben, wenn ich die Drähte aus dem Canal AB entfernte und ihn an seinen Enden schloss. Liess ich nun die Strömung unter $\angle\, CoB$ oder $CoA = \beta = 2R - \alpha$ erfolgen, so verhielten sich die Ausflussmengen zu denen für $\beta = 2R$, d. h. für die Strömung in gerader Röhre, in folgender Weise:

h	β	Ausflussmengen	Verhältniss derselben
960	150°	23637	0,978
	180°	24165	
960	135°	31088	0,973
	180°	31939	
960	90°	29930	0,930
	180°	32172	
878	150°	23429	0,96
	180°	25137	
878	135°	14615	0,977
	180°	14951	
885	45°	13825	0,904
	180°	15280	
602	150°	18180	0,979
	180°	18450	
602	30°	16402	0,889
	180°	18450	
600	135°	18737	0,972
	180°	19262	
345	150°	13630	0,891
	180°	15288	
337	90°	12000	0,821
	180°	14613	
	150°	15917	0,88
	180°	17992	
	150°	13397	0,89
	180°	14992	

Der Verlust an lebendiger Kraft, der durch die Discontinuität der Bahn entsteht, ist demnach für grössere Druckhöhen nicht bedeutend. Er wächst, je mehr die Bahn sich von der geraden entfernt — und wie es scheint — analog dem durch Ansatzröhren erzeugten — bei Verminderung der Druckhöhe h.

Fig. 3.



Den Druck innerhalb der verzweigten Röhren habe ich an den in der Fig. 1 bezeichneten Punkten p, p', p'', p''', p'''' gemessen. Die 4 letzteren sind gleichweit (38,4 Mm.) von dem Kreuzungspunkte o entfernt, p' (36,8 Mm) von der Eintrittsstelle der Flüssigkeit aus dem Reservoir in die Röhre (C). Die Befestigung der Manometer ist in Fig. 3 in senkrechtem Durchschnitt dargestellt; für je 3 correspondirende Stellen der 3 Röhrenkreuze war dasselbe Manometer bestimmt. Ich werde die Druckwerthe gleichlautend mit den Stellen bezeichnen, an denen sie gemessen wurden, die entsprechenden für die Strömung durch eine gerade Röhre P, P', P'' und den Strom durch C bis zur Theilung in o den Hauptstrom nennen.

1. Die Erweiterung der Strombahn durch Eröffnung eines Seitenzweiges bewirkt, unter welchem Winkel derselbe auch abgehen möge, eine erhebliche Verminderung des Drucks.

2. Der Druck sinkt im Hauptstrom um so mehr, je kleiner der Theilungswinkel (α) und zwar mehr in der Nähe seiner Theilung als seines Ursprungs.

Während die Abnahme von p' auch für die kleineren Winkel-Intervalle von 45° zu 30° und von 150° zu 135° stets deutlich hervortrat, fielen die Werthe von p für dieselben häufig zusammen, und lagen immer für die grösseren Intervalle einander näher. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass wie

die Summe der Geschwindigkeiten auch der Druck an dem Anfang der Röhrensysteme unabhängig von α sei. Um Temperatur-Differenzen, die von erheblichem Einfluss auf den Verlauf der Druckcurven sind, möglichst auszuschliessen, habe ich gewöhnlich die Drucke bei $\angle 45°$ und $135°$, bei $\angle 30°$ und $\angle 150°$ mit einander verglichen, da diese unmittelbar hintereinander sich beobachten liessen.

$\alpha = 30°$			$\alpha = 150°$		$\alpha = 45°$			$\alpha = 90°$		$\alpha = 135°$	
h	p	p'	p	p'	h	p	p'	p	p'	p	p'
896	616	186	638	243	887	612	188	626	215	631	232
887	610	181	631	240	879	607	187	619	213	626	230
879	605	182	627	237	861	596	183	610	209	613	225
839	587	175	611	232	763	540	166			543	198
763	536	162	547	210	751	528	164	531	187	534	196
751	527	159	539	206							

3. Das Verhältniss der Drucke in den Partialströmen zu einander $\left(\frac{p''}{p'''}, \frac{p''}{p''''}\right)$ wächst mit dem Theilungswinkel (α) analog dem der Geschwindigkeiten.

Da für die höchste Druckhöhe (h), die ich anwenden konnte, p''' nur 128 betrug, so war der Einfluss der Beobachtungsfehler zu gross, um den Werth dieses Verhältnisses genau feststellen zu können. Geringe Schwankungen der Wassersäulen in den Manometern sind bei hohem Druck, wenn auch die Strömung durchaus continuirlich ist, nicht zu vermeiden, und — wie mir scheint — in einer wirbelförmigen Bewegung der Flüssigkeit, die sich von der Theilungsstelle aus mehr oder minder weit in die verschiedenen Zweige hineinerstreckt, begründet. Sie sind häufiger und mitunter bis 2 Mm. gross bei $\alpha = 90°$ bis $150°$. Die folgenden Werthe sind verschiedenen Beobachtungen entnommen, die bei Temperaturen von 12 bis 20° C. gemacht sind.

$\alpha = 30°$			45°			90°			135°			150°		
p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$	p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$	p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$	p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$	p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$
167	128	0,766	165	117	0,709	187	106	0,566	147	79	0,537	175	93	0,53
149	115	0,77	167	118	0,706	162	92	0,567	199	107	0,537	152	82	0,538
132	99	0,75	162	115	0,709	148	85	5,574	167	87	0,52	195	104	0,533
162	122	0,753	149	107	0,718	143	82	0,573	196	104	0,53	144	75	0,52
137	105	0,766	164	116	0,707	112	65	0,582	139	75	0,54	166	85	0,51
			105	75	0,714				114	64	0,56	188	96	0,51
			176	125	0,710				150	85	0,57	134	71	0,529
			135	96	0,711									

Versuche mit geringerer Druckhöhe, bei denen keine Schwankungen der Manometer vorhanden waren, ergaben:

$\alpha = 30°$			$\alpha = 90°$		
p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$	p''	p'''	$\frac{p'''}{p''}$
96	74	0,770	105	63	0,60

also auch für 90° $\frac{p''}{p'''}$ nahe gleich $\frac{v'}{v''}$.

Zur besseren Uebersicht mögen hier noch einige Beispiele folgen. Für die zu demselben h gehörigen Beobachtungen war die Temperatur dieselbe.

h	α	p	p'	p''	p'''
839	30°	587	175	160	121
	45°	587	180	165	117
	90°	599	204	180	101
	150°	611	232	188	97
751	30°	527	160	149	113
	90°	531	187	166	93
	135°	534	196	168	86
589	45°	417	147	135	97
	90°	420	158	143	82
	135°	422	170	150	81
464	45°	327	115	104	75
	135°	334	134	115	65

4. In jedem Partialstrom ist die Geschwindigkeit proportional dem Druck.

Die Anwendung von Poiseuille's Gesetz zur Berechnung der Reibungs-Constante ergab etwas zu grosse Werthe für dieselbe, wenn ich l vom Ursprung der Partialströme o aus rechnete, vielleicht weil dieselben bei den gegebenen Temperaturen nicht die für die Gültigkeit des Gesetzes erforderliche Länge hatten.

5. Oeffnet man der Strömung alle 4 Schenkel des Kreuzes, so tritt constant eine so starke Verminderung des Drucks (p') im Hauptstrom ein, dass derselbe bedeutend geringer wird als der Druck (p'') in dem gerade fortgehenden Partialstrom. In den beiden seitlichen Theilströmen (A) und (B) ist der Druck gleich, wenn $\alpha = 90°$, und steigt mit abnehmendem α in (A), während er in (B) entsprechend sinkt.

	Strömung durch 3 Zweige.						Strömung durch 2 Zweige.				
α	h	p	p'	p''	p'''	p''''	p	p'	p''	p'''	
90°	850	575	128	162	67	67					
	868	587	130	165	68	67					
	817	550	125	157	64	64					
	800	539	124	154	64	65					
	705	479	114	137	59	60					
	644	438	108	130	58	58					
	499	340	91	110	54	54					
	418	285	83	102	50	50					
{	874	595	135	167	68	68	626	212	187	105	} 90°
	752	506	122	147	63	63	534	187	164	92	
45°	891	602	131	162	98	67	628	195	174	122	} 45°
	728	500	124	140	83	61					
30°	874	596	142	164	107	50					
	731	497	118	142	95	47					

Ich habe bisher vergeblich die Ursache dieser auffallenden Erscheinung gesucht. In einer Erweiterung des in mehrere Aeste sich spaltenden Strombettes und dadurch bewirkten plötzlichen Umsetzung einer grossen Geschwindigkeit in eine ge-

ringe kann die Druckverminderung nicht begründet sein, da sie dann auch bei der Theilung in zwei Aeste bemerkbar sein müsste. Um den Verlauf der Druckcurven für verzweigte Röhren beurtheilen zu können, müssen mehr und näher liegende Punkte derselben als die erwähnten untersucht werden. Ich habe hier vorläufig die allgemeinen Resultate mitgetheilt und werde eine graphische Darstellung der Curven später geben.

Ueber den Bau der Chitinsehne am Kiefer der Flusskrebse und ihr Verhalten beim Schalenwechsel.

Von

A. Baur.

(Hierzu Taf. II. und III.)

Der Kiefermuskel der Krebse mit seiner pinselförmigen Chitinsehne hat schon mehrfach die Aufmerksamkeit der Histologen auf sich gezogen. Die grossen Primitivbündel des Muskels sind, wie Reichert gezeigt hat, das beste Object, um sich von dem continuirlichen Uebergang der primitiven Muskelscheide in die Sehnenstränge, somit von der bindegewebigen Natur des Sarkolemms zu überzeugen. In noch neuerer Zeit wurde die Sehne besonders, sofern sie Chitin enthält, histologisch wichtig, es hat sich mit der Deutung dieses merkwürdigen Vorkommens die histologische Auffassung des Chitins aufs Innigste verknüpft. Dass diese Sehnen aus Chitin bestehen und mit dem äusseren Skelet des Kiefers unmittelbar zusammenhängen, musste in die Augen fallen und schien daher ursprünglich unzweifelhaft. Die nächstliegende und älteste Auffassung der Sache war die, dass die Chitinsehne nichts als ein nach innen gehender Fortsatz der Schale, eine Dependenz des äusseren Skelets sei, welche die Form und die Leistung einer Sehne habe, ohne dem Gewebe oder der Substanz nach einer bindegewebigen Sehne der Wirbelthiere zu entsprechen.

So wird die Sache von den meisten Zootomen z. B. Milne Edwards,[1]) von Siebold[2]) dargestellt. Die Deutung des Chitins selbst, welches früher bekanntlich den Hornsubstanzen beigezählt wurde, war hiervon noch unabhängig. Auffallen musste aber, dass dieses Sehnenchitin beim Ansatz des Muskels allmählig weicher wird und mit echtem Bindegewebe continuirlich zusammen zu hängen scheint. Dieses Verhalten wurde zuerst von Leydig mit der Genese des Chitins in Verbindung gebracht.

Leydig stellte die Chitinsehnen der Krebse den Sehnen der Wirbelthiere gleich, sofern jene wie diese aus Bindesubstanz bestehen, aus einer Bindesubstanz, welche in eigenthümlicher Weise erhärten und sich verdichten könne; wie es bei den Wirbelthieren verknöcherte, so gebe es bei den Arthropoden chitinisirte Sehnen. Der Vorgang des Chitinisirens wird jedoch nicht sowohl der Verknöcherung als der Verwandlung des Bindegewebes in elastisches Gewebe gleichgestellt.

Die Hauptstütze für diese Ansicht ist eben der continuirliche Uebergang des unzweifelhaften, weichen Bindegewebes im Muskel in die harte Substanz des Sehnenschaftes. Sofern nun dieser Schaft wieder mit der äusseren Schale in Continuität steht, als unmittelbare Fortsetzung derselben erscheint, konnte in der Chitinsehne eine histogenetische Beziehung gefunden werden, welche von Leydig auf das Gewebe des Arthropodenskelets ausgedehnt wurde. Wenn wirklich in der Sehne Bindegewebe und Chitin in continuirlichem Zusammenhang und allmähligem Uebergang zu einander auftreten, so ist die Consequenz, dass beide Substanzen als verwandt, das Chitin somit als ein Gewebe der Bindesubstanz anzusehen ist. So konnte Leydig[1]) den Satz aussprechen, dass bei den Arthropoden die Sehnen gleich der äusseren Haut chitinisiren, oder, was dasselbe ist, Sehnen und äussere Bedeckung in gleicher Weise aus chitinisirter Bindesubstanz bestehen. Hierbei ist aber nicht zu vergessen, dass der Vorgang des Chi-

1) Histoire naturelle des Crustacés. t. I. p. 152.
2, Vergl. Anat. S. 421.
3) Müller's Archiv, 1855. S. 395. Histologie. S. 139.

tinisirens oder die Zurückführung des Chitins auf ein präexistirendes Gewebe nicht von dem äusseren Skelet auf die Sehne, sondern umgekehrt von dem Verhalten der Chitinsehne auf das gesammte Skelet übertragen wurde. Dies war nicht möglich, ohne der Deutung einen gewissen Zwang anzuthun. Die weiche Schicht unter der Krebsschale, welche aus Molecularmasse und Kernen besteht und von Anderen als ein Epithelium angesprochen wird, konnte zwar vielleicht mit demselben Recht als eine unreife Form der Bindesubstanz betrachtet werden. Wenn man aber von chitinisirten Sehnen spricht, so wird damit ein Uebergang der reifen Sehnensubstanz in Chitin, das Fehlen jener weichen, sonst das Bindegewebe und das Chitin trennenden Schicht, mithin jedenfalls ein anderes Verhalten vorausgesetzt, als beim Chitinisiren der äusseren Haut. Mehr als auf die Continuität beruft sich Leydig[1]) auf die Aehnlichkeit, welche zwischen den Chitinhäuten der Arthropoden und der Bindesubstanz der Wirbelthiere, z. B. zwischen dem Hautdurchschnitt eines Frosches und dem Flügeldurchschnitt eines Käfers stattfindet. Diese Aehnlichkeit betrifft zwei Punkte. Der eine davon, die Schichtung aus homogenen Lamellen, ist ein Structurverhalten, das den verschiedensten Substanzen zukommen kann, über die Natur derselben nichts aussagt; der andere Punkt bezieht sich auf die Textur: die Lücken der in Kali macerirten Chitinhaut zeigen mitunter eine lebhafte Uebereinstimmung mit den Bindegewebskörperchen, während das Chitin selbst der Grundsubstanz des Bindegewebes in der Anordnung entspreche. Ueber die Frage, auf welche es bei diesem Vergleich vor Allem ankommt, ob nämlich die Porencanäle im Chitin überhaupt unter Betheiligung zelliger Elemente entstanden sind, hierüber sagt Leydig, dass ihm alle Erfahrungen abgehen.

Der Leydig'schen Ansicht entgegengesetzt ist die von Häckel[2]) und Kölliker[3]) vertretene, wonach das Chitin der Ar-

1) Müller's Archiv, 1855. S. 391. Histol. S. 29.

2) Müller's Archiv, 1857. S. 514.

3) Verhandl. der phys. med. Ges. in Würzburg. Bd. VIII. 1857. S. 37.

thropoden als das geformte, in Lamellen abgeschiedene Secret einer epithelialen Zellenschicht anzusehen ist. Die Chitinhülle des Körpers hängt bekanntlich mit der gleich beschaffenen Intima des Darmes und der Drüsen continuirlich zusammen. Letztere war schon von Leydig nicht für verdichtete Bindesubstanz, sondern für ein Ausscheidungsproduct des Epitheliums erklärt.[1]) Die von Kölliker und Häckel gegebene Deutung hat vor der Leydig'schen das voraus, dass nicht histologisch sich entsprechende Bildungen getrennt, sondern das ganze Chitinskelet der Arthropoden unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkt (dem der Cuticularbildung) zusammengefasst wird. Ist aber diese Auffassung richtig, so muss es als eine unveräusserliche Eigenschaft des Chitins angesehen werden, dass es nur als Grenzschicht freier oder als Auskleidung nach innen gekehrter Oberflächen auftreten kann. Gerade hiervon würde das Vorkommen in der Sehne nach der bisherigen Ansicht eine Ausnahme machen, sofern hier das Chitin als parenchymatische Substanz und in Continuität mit Bindegewebe auftreten soll. Bindesubstanz und Epithelialsecret haben wenigstens insofern Nichts mit einander gemein,[2]) eine Continuität beider ist aus dem Grunde nicht denkbar, weil eine Cuticularbildung von dem bindegewebigen Parenchym durch eine epitheliale Zellenschicht getrennt sein muss, von deren Existenz das Auftreten der ersteren abhängt. Sollte die Auffassung des Chitins als Cuticularbildung eines Epitheliums durchgeführt werden, so musste vor allem der in der Chitinsehne liegende Widerspruch beseitigt werden, es musste in der Deutung derselben ein anderer Weg eingeschlagen werden. Entweder die Continuität mit dem parenchymatischen Bindegewebe oder die Continuität mit dem äusseren Skelet musste sich als irrthümlich nachweisen lassen. In dem einen Fall wurde das scheinbare Chitin zu Bindegewebe, im anderen die scheinbare Sehne zu einem Fortsatz des äusseren Skeletes.

1) Müller's Archiv, 1855. S. 445.

2) Vergl. Kölliker a. a. O. S. 97.

Häckel versuchte die erste der beiden Möglichkeiten zu beweisen; er vindicirte der fraglichen Sehne die Eigenschaft eines Bindesubstanzgebildes, und stellt die von Reichert zuerst hervorgehobene, bisher nicht angefochtene Continuität derselben mit dem Kiefer in Frage.

Die Gründe, welche Häckel[1]) anführt, sind folgende. Die sogenannten chitinisirten Sehnen bestehen nach Auszug der Kalksalze aus grobstreifigem, leicht der Länge nach spaltbarem Bindegewebe, dessen Kernelemente völlig atrophirt scheinen und erst beim Uebergang in das weichere Bindegewebe des Sarkolemms und Perimysiums deutlich werden. Der Mangel, der für die ächten Chitinsubstanzen charakteristischen Porencanälchen, Zellenabdrücke u. s. w. sowie einige, nicht genauer verfolgte, chemische Differenzen sprechen gegen eine Identität mit Chitin. Häckel hält deshalb die chitinisirten Sehnen für eine Bindegewebsmodification, welche ausser der Kalkinfiltration noch eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung der Grundsubstanz erfahren hat, ähnlich wie es beim elastischen Gewebe der Fall ist. Der Unterschied dieser Auffassung von der Leydig'schen lässt sich so ausdrücken. Während nach Leydig in der Chitinsehne die bindegewebige Natur des Chitins sich verräth, ist nach Häckel in einer solchen Sehne das Bindegewebe nur ausnahmsweise chitinähnlich geworden. Der continuirliche Uebergang des Sehnenbindegewebes in den äusseren Chitinpanzer verträgt sich mit letzterer Ansicht nicht, und derselbe ist nach Häckel leicht zu widerlegen. Die (gewöhnlichen, nicht chitinisirten) Sehnen setzen sich an die bindegewebige Cutisschicht an und verlieren sich in derselben; sie sind also von der Chitinhaut durch „die Chitinogenmembran", die chitinbildende Schicht nothwendig getrennt. Aber gerade am Ansatz der verkalkten Chitinsehne an den Kiefer, um den es sich handelt, war es Häckel trotz vielfacher Versuche nicht möglich, die die Uebergangsstelle bezeichnende Zellenschicht zu sehen, obwohl man sie hier, als zur Regene-

1) A. a. O. S. 543.

ration der Schale beim jährlichen Wechsel durchaus nothwendig, schon a priori als wirklich vorhanden voraussetzen müsse.

Dass die Gründe, welche Häckel für die bindegewebige Natur der Chitinsehne einerseits und für ihre Discontinuität mit der Schale andererseits vorbringt, nicht eben überzeugend sind, braucht kaum bemerkt zu werden. Denn die Continuität mit dem Bindegewebe, woraus die Verwandtschaft abgeleitet wird, ist eben so a priori bejaht, wie die Continuität mit der Schale, an der bisher Niemand zweifelte, auf Grund einer apriorischen Voraussetzung verneint.

Hiervon zunächst abgesehen lässt sich die Controverse auf folgende Fragen reduciren. Hängt die sogenannte chitinisirte Sehne mit der Schale des Kiefers, oder hängt sie mit dem weichen Bindegewebe des Muskels continuirlich zusammen, oder ist die Verbindung nach der einen wie nach der anderen Seite eine continuirliche? Im ersten Fall wird man die Sehne für einen Fortsatz des Chitinskelets, im zweiten für einen chitinähnlich gewordenen Bindegewebsstrang halten müssen. Nur im dritten Fall, wenn der Zusammenhang nach beiden Seiten sich als continuirlich herausgestellt hat, kann, wie oben gesagt ist, die Sehne zugleich als ein Beleg dafür gelten, dass das Chitin als solches ein Gebilde der Bindesubstanz ist. Diese Frage kann selbstverständlich erst in Betracht kommen, wenn über die beiden anderen entschieden ist.

In dem Zustand, in welchem die Chitinsehnen des Krebses gewöhnlich zur Untersuchung kommen, wird man immer geneigt sein, eine Continuität nach beiden Seiten anzunehmen. Eine bestimmte Entscheidung kann bei der mikroskopischen Untersuchung schwierig, ja unmöglich scheinen. Es giebt aber ein naheliegendes Hülfsmittel, wodurch sich das Continuitätsverhalten und damit die histologische Natur der fraglichen Sehnensubstanz mit aller Bestimmtheit entscheiden lässt. Es ist dies die Beobachtung ihres Verhaltens beim Schalenwechsel.

Die periodische Regeneration ist eine integrirende Eigenschaft der skeletbildenden Substanz der Arthropoden. Die Betheiligung oder Nichtbetheiligung an derselben ist ein wichtiges Kriterium dafür, ob eine zweifelhafte Substanz aus Chitin be-

steht oder nicht; zu gleicher Zeit giebt die Häutung über die Continuität Aufschluss. Wenn die Sehne mit der Schale continuirlich zusammenhängt, so muss sie mit derselben sich abstossen und regeneriren. Hat aber die Sehne an der Regeneration keinen Antheil, so muss es irgendwo eine Stelle geben wo beim Schalenwechsel der Kiefer von der Sehne sich trennt; damit ist unmittelbar eine Discontinuität gegeben, wie sie auch Häckel aus eben dieser Voraussetzung ableitet.

Eine bestimmte Beobachtung über das Verhalten der pinselförmigen Chitinsehne des Kiefermuskels bei der Häutung konnte ich nirgends angegeben finden.

Réaumur,[1]) der den Schalenwechsel der Krebse zuerst und mit ausgezeichneter Genauigkeit am lebenden Thier beobachtet und beschrieben hat, sagt von dem abgeworfenen Skelet unter Anderem: „Revoyons la dépouille que l'Ecrevisse vient d'abandonner; on la prendrait elle-même pour une autre Ecrevisse; il ne lui en manque rien à l'extérieur... Si on l'examine plus en détail, on est surpris du nombre des pièces de ce squelet, à qui il ne manque rien de ce que l'Ecrevisse a de cartilagineux et d'osseux...“ Er fügt hinzu, dass auch der platte Knorpel, welchen man im Scheerenmuskel finde, sich mitten aus dem Fleisch auslöse und im Zusammenhang mit der Schale abgeworfen werde (se dégage du milieu des chairs et reste attaché à l'écaille qui couvrait la jambe.) Diese Knorpelplatte Réaumur's dient dem Ansatz des Scheerenmuskels, wie die Chitinsehne am Kiefer dem des Kiefermuskels, und verhält sich zu letzterer wie eine mitten im Muskel befindliche Aponeurose zu einer freien, strangförmigen Sehne, sie hat aber keinen zusammengesetzten Bau und zeigt sich als einfache Duplicatur des Chitinüberzugs mit platt aneinander liegenden Wandungen. Die Chitinsehne des grossen Kiefermuskels wird von Réaumur

1) Sur les diverses Reproductions qui se font dans les Ecrevisses, les Omars, les Crabes, etc. et entre autres sur celles de leurs Jambes et à leurs Ecailles. Mémoires de l'Académie des Sciences. 1712. p. 226. und: Observations sur la mue des Ecrevisses. Ibidem, 1718. p. 263.

nicht erwähnt, sie fehlt auch auf der Abbildung, die er von dem Inneren einer in toto abgeworfenen Krebsschale giebt.

Milne Edwards[1]) hat in Bezug auf die Häutung den Beobachtungen Réaumur's Nichts hinzugefügt. Er sagt über die Chitinsehnen im Allgemeinen, dass im Inneren des Körpers sich gewisse solide Theile (parties solides) finden, an welche sich die Muskeln befestigen, dass dieses nur Dependenzen der allgemeinen Bedeckung seien, welche die Function von Sehnen haben, aber der Schale gleichen und mit ihr zusammenhängen.

Leydig und Kölliker haben bei der Deutung der Chitinhäute den Regenerationsprocess nicht berücksichtigt. Häckel[2]) ist der einzige, der auf die Wichtigkeit dieses Vorganges mit einigen Worten hinweist, ohne ihn selbst beobachtet zu haben. Seine ausdrückliche Angabe, dass die Chitinsehne des Kiefermuskels nicht mit der Schale jährlich abgeworfen und regenerirt werde, woraus dann weiter auf die Verschiedenheit beider geschlossen wird, kann daher nur als Vermuthung angesehen werden.

Diesen sich zum Theil widersprechenden, immerhin unbestimmten Angaben gegenüber dürfte es vielleicht am Platze sein, eine einfache Beobachtung in Erinnerung zu bringen, mittelst welcher sich leicht constatiren lässt, dass die Chitinsehnen, die des Kiefermuskels so gut wie die in der Scheere, wirklich Theile des äusseren Skeletes sind, indem sie nämlich zugleich mit der Schale und in Continuität mit derselben bei der jedesmaligen Häutung abgeworfen und regenerirt werden.

Durchsucht man eine grössere Anzahl Flusskrebse zu der Zeit, wo sie gewöhnlich ihre Schale wechseln, so findet man darunter immer solche, welche über der neuen, weichen Schale noch die alte, der Abstossung bestimmte, mit sich tragen. Man kann sich dann von jedem Skelettheile gewissermassen ein Duplicat verschaffen, d. h. man kann die alte, nur lose anliegende und zerbrechliche Schale von der darunter liegenden

---

1) A. a. O. S. 6, 55, 152.
2) A. a. O. S. 528, 544.

neuen, ihre Form genau wiederholenden, leicht trennen. Isolirt man an einem solchen Krebse den Kiefermuskel, so dass einerseits der Muskel mit dem Rückentheil des Cephalothorax, andererseits die Sehne mit dem Kiefer in Verbindung bleibt, und versucht man jetzt, an letzterem den alten Chitinüberzug zu lösen, was in der Regel leicht gelingt, so sieht man, dass im Zusammenhang mit dem Chitinüberzug des Kiefers auch das ganze Chitinskelet der pinselförmigen Sehne sich abstösst. Dies geschieht nicht etwa so, dass der Muskel dabei seine Sehne einbüsst, sondern, wie unter der alten Chitinbekleidung des Kiefers eine neue, aber noch weiche schon gebildet sich vorfindet, so ist an der Stelle der abgestossenen oder ausgezogenen, harten Sehne[1]) eine neue, ebenfalls noch weiche Sehne mit dem neuen Skelet des Kiefers in Verbindung. Der neue Ueberzug des Kiefers entspricht in der Form und Sculptur auf's Genaueste dem abgeworfenen; die neue Sehne gleicht der alten, abgesehen von der Consistenz, ebenfalls, weicht aber in einem Punkte scheinbar von ihr ab. Diese ist nämlich stabförmig, anscheinend solid, jene ist röhrenförmig, und so lange beide noch in Verbindung, die künstliche Auslösung noch nicht vorgenommen, steckt umgekehrt, wie an der äusseren Schale die alte Sehne in der Röhre der neuen, noch weichen. Zieht man am Kiefer, so lässt sich aus dieser lose anliegenden Röhre das ganze, zum Abwerfen reife Chitinskelet

1) Sehne ist hier überall im allgemeinsten Sinn als Verbindungsstück zwischen Muskel und Mandibel genommen, ohne über die Structur der Substanz damit etwas auszusagen. Wie sich erst aus dem Folgenden ergiebt, besteht dieser Theil aus einem bleibenden bindegeweblichen und einem der Regeneration unterworfenen Chitintheil. Bei der Häutung fällt der Unterschied des noch weichen Chitins vom Bindegewebe nicht in die Augen, sondern nur der Gegensatz zwischen dem harten weissen Kalkstab und der weichen durchscheinenden Hülle d. h. der mit neuem Chitin versehenen Sehne. In diesem Sinne sind die der Kürze wegen gebrauchten Worte: alte Sehne und neue Sehne zu verstehen. Streng genommen bedeutet alte Sehne abgestossenes Chitinskelet der Sehne und neue Sehne soviel als Sehne mit neuem Chitinskelet. Letztere Bezeichnung ist auch bei der Erklärung der Abbildung gebraucht.

der Sehne herausziehen. Es bleibt dabei im Zusammenhang mit der Schale des Kiefers und wiederholt in der Form eines gestielten Pinsels die Gestalt der ganzen Sehne. Dies zwingt zu der Annahme, dass die Sehne einer Häutung unterliegt, soweit sie überhaupt als chitinhaltig oder chitinisirt angesehen wird.

Dass an der Regeneration der Schale nicht nur alle Vorsprünge und Duplicaturen, die sie oft weit in's Innere, z. B. um das Nervensystem herum, bildet, sondern von inneren Theilen auch die Auskleidung des ganzen Darmcanals Theil nimmt, ist bekannt.[1]) Dieser Vorgang ist deshalb weniger auffallend, weil die Intima des Darmes gerade so eine Grenzschicht einer inneren Höhle zu bildet, wie die Schale nach aussen, und weil beide, die äussere Schale und die Intima des Darmes, nach Art einer Einstülpung unmittelbar in einander übergehen; bei der Chitinsehne findet sich ein ähnliches Verhältniss, wenigstens der bisherigen Ansicht und dem Augenschein nach, nicht. Wir haben also hier ein Beispiel, wie die Abstossung und Regeneration bis in die letzten Structurtheile eines verhältnissmässig umfangreichen, den ganzen Thorax senkrecht durchsetzenden, scheinbar soliden und complicirten Organes eingreift, in welchem wir als einer offenbaren Sehne keine Hohlgebilde vermuthen, in welchem daher das Chitin nicht als Auskleidung, sondern als wesentlich constituirende Substanz aufzutreten scheint. Dennoch regenerirt sich die Sehne, wir sehen also vor unseren Augen eine Art parenchymatischer Häutung erfolgen; ein Vorgang, gewiss eigenthümlich genug, um zu einer genaueren Analyse aufzufordern.

So überraschend auf den ersten Anblick die Sache sein könnte, als ebenso einfach, ja nothwendig ergiebt sie sich aus der einmal erkannten Structur. Wir untersuchen zunächst die Structur der Sehne mit Bezug auf die des ganzen Skelets und dann die Beschaffenheit der in beide eingehenden Substanzen.

Aus der Beobachtung, welche in Fig. 1 und 2 darzustellen

---

1) Die Beobachtung, dass die Zähne des Magens sich häuten, hat zuerst Van Helmont gemacht und Geoffroy bestätigt. Réaumur a. a. O. 1712. S. 239.

versucht wurde, ergiebt sich zunächst, dass die Chitinsehne des Kiefermuskels nach der Häutung nicht, wie man glauben könnte, ein solider Stab, sondern von Hause aus eine Röhre ist, in welche sich der neue Chitinüberzug der Haut als Auskleidung fortsetzt, gerade wie es vom Magen und Darmcanal bekannt ist. Da die Häutung sich nicht bloss auf den Schaft der Sehne, sondern bis in deren feinste pinselförmige Endäste erstreckt, so folgt unmittelbar, dass die Sehne in alle ihre Verästelungen hohl sein muss. Die Sehne erscheint aber nur vorübergehend zur Zeit des Schalenwechsels als Hohlkörper. Nach Ausstossung des alten Chitinskelets legen sich die Wandungen der Chitinröhre dicht aneinander, alsbald erhärtet das Chitin durch Kalkaufnahme, die Röhre wird dadurch in dem zusammengefalteten Zustand für immer fixirt. So hat die Sehne kurz nach der Häutung wieder dasselbe Ansehen eines soliden, kalkhaltigen, büschelförmig verzweigten Stabes oder Stranges bekommen, das sie vorher hatte, bis sich bei der nächsten Häutung derselbe Vorgang wiederholt. Auch der abgestossene, scheinbar solide Chitinstab ist daher ursprünglich hohl. An ihm, wie an der Sehne für gewöhnlich, ist nur in dem zur Hälfte äusserst dünnhäutigen Trichter, den das Insertionsende am Kiefer bildet, so wie darin, dass man von der Spitze dieses Trichters zuweilen mit einer sehr feinen Nadel in den Schaft der Sehne eindringen kann, die Spur des früheren Hohlseins zu erkennen.

An der allgemeinen Bedeckung des Flusskrebses unterscheidet man, wie Häckel genau beschrieben hat, folgende Bestandtheile. Zunächst lässt sie sich trennen in zwei Häute: eine nach aussen gekehrte Chitinlage, die bald dünn, bald dick, bald durch Kalk gehärtet, bald weich und biegsam ist, immer aber aus homogenen, geschichteten Lamellen besteht, und in eine nach innen gewendete, echt bindegewebige Haut, welche mit der Bindesubstanz innerer Theile in Continuität steht. Die Ursache der leichten Trennbarkeit dieser beiden Schichten, besonders nach Einwirkung der Siedhitze oder des Alkohols liegt darin, dass zwischen beiden eine dritte, weiche und leicht zerstörbare Schicht ausgebreitet liegt, welche, so dünn sie auch ist, doch überall und constant das Chitin und die Bindesubstanz

trennt, so dass von einer Continuität beider nicht die Rede sein kann. Diese sogenannte Zellenschicht, vielleicht richtiger kernhaltige Schicht, besteht aus einer einfachen Lage regelmässig und ziemlich dicht stehender Kerne, umgeben von dunkel- und feinkörniger Zwischensubstanz. Isolirt ist diese Schicht nicht darstellbar; sie hängt bald der Chitin- bald der Bindegewebshaut in Fragmenten an. Zur Zeit des Schalenwechsels, wo sie vorzugsweise in Thätigkeit, ist sie auch besonders deutlich, besteht jedoch auch dann nur aus einer einfachen Lage von Kernen. Es zeigt sich in diesem Stadium, dass von dieser Schicht die Bildung der Chitinlamellen ausgeht, weil zwischen dieselbe und die vorhandene Chitinhaut die neue sich einschiebt. so dass immer die jüngste Chitinlamelle jener kernhaltigen Lage unmittelbar aufliegt. Es folgt daraus, dass man sie als die eigentlich chitinbildende Schicht anzusehen hat. Die Bindegewebshaut darunter, die in ihrer Dicke äusserst variabel, hat zur Chitinbildung keine Beziehung, sie dient der chitinbildenden Schicht einfach als Substrat.

Die Abstossung und der Wiederersatz der Chitinlamellen ist nicht, wie z. B. bei den Zellenschichten einer Epidermis, continuirlich und unmerklich, sondern erfolgt stossweise, mit periodischen Unterbrechungen, d. h. fällt als sogenannte Häutung unmittelbar in die Augen. Junge Chitinlamellen, die sich da, wo das Skelet hart ist, durch ihre Weichheit unterscheiden, finden sich nicht als constante Bestandtheile des Hautskeletes, sondern nur vorübergehend zu einer bestimmten Zeit, unter den alten. Dies ist die Vorbereitung der Häutung; sie selbst besteht dann nur noch darin, dass die schon ersetzte Chitinhaut abgeworfen wird. In der Zusammensetzung der Haut des Flusskrebses bringt daher der Schalenwechsel keine andere Veränderung hervor, als dass der Chitinüberzug sich vorher verdoppelt. Eine einfache oder doppelte Chitinhaut, eine chitinbildende Schicht und ein bindegewebiges Substrat bilden also zu jeder Zeit die integrirenden Bestandtheile der allgemeinen Bedeckung.

Die Chitinsehne des Kiefermuskels besteht, wie schon die gröbere Untersuchung ergiebt, aus dem (der Masse nach über-

wiegenden) sogenannten chitinisirten und dem nicht chitinisirten Theil, ersterer von letzterem umgeben ungefähr wie ein Röhrenknochen von seinem Periost. Da das Chitin der Sehne in Continuität mit der Schale abgeworfen und wieder ersetzt wird, so ist zu erwarten, dass ausser dem Chitin auch die übrigen Schichten der allgemeinen Bedeckung sich in der Sehne wiederfinden werden. Wenn die Sehne röhrenförmig ist und als Einstülpung der äusseren Haut zu betrachten, so müssen die Schichten der letzteren in der Sehne sich concentrisch umgeben und sie müssen von aussen nach innen in umgekehrter Ordnung auf einander folgen. Es muss das älteste, bei der Häutung abgestossene Chitin die Mitte, die der Häutung nicht unterworfene Schicht die Peripherie der Röhre einnehmen. Ein Querschnitt aus dem Schaft der Sehne zeigt für gewöhnlich unter dem Mikroskop zwei concentrische, jedoch unregelmässige, wie zusammengedrückte Ringe, entsprechend dem Durchschnitt einer bis zum Verschwinden des Lumens comprimirten Röhre. Der innere Ring hat daher nicht ein kreisförmiges, offenes, sondern ein spaltförmiges oder beinahe lineäres, unregelmässig gezacktes Lumen. Beide Ringe sind scharf gegeneinander abgegrenzt, der innere sehr dunkel contourirt. Dem Gewebe nach ist der äussere Ring als Bindesubstanz daran erkennbar, dass er der Länge nach fein wellig gestreift ist, auf Zusatz von Essigsäure sich aufhellt und Kerne zeigt. Der innere Ring, ausgezeichnet concentrisch und radial gestreift, homogen, stark lichtbrechend, gegen Essigsäure und Kali unveränderlich und ohne eine Spur von Kernen, entspricht dem Querschnitt einer geschichteten, bis zum Verschwinden des Lumens zusammengefalteten Chitinröhre. In diesen beiden, gegen einander scharf abgegrenzten und in ihrer Textur wie in den chemischen und physikalischen Eigenschaften von einander wesentlich verschiedenen Substanzringen sind die Schichten eines Durchschnittes durch die allgemeine Bedeckung ohne weiteres, nur in veränderter Anordnung wieder zu erkennen, und beim Ansatz der Sehne an den Kiefer hängen diese einander entsprechenden Schichten unmittelbar zusammen. Was am Kiefer die harte zahnartig geformte Schale, ist in der Sehne das cen-

trale, aus Chitin bestehende Skelet, was dort die weiche bindegewebige Unterlage, wird hier zur bindegewebigen Umhüllung. Dies erklärt sich, sobald man sich vergegenwärtigt, dass der Kiefer gerade so eine zahnartig nach aussen prominirende, wie die Sehne eine röhrenförmig nach innen tretende Duplicatur der allgemeinen Bedeckung ist, und beide unmittelbar an einander grenzen. Wie in der äusseren Haut, ist auf dem Sehnendurchschnitt zwischen Chitin- und Bindesubstanzring die chitinbildende Schicht als ein sie trennender, dunkel körniger Streifen, noch leichter aber, wenn man die abgezogene bindegewebige Hülle von der inneren Fläche betrachtet, als eine continuirliche, epitheliumartige Lage von Kernen und moleculärer Zwischenmasse zu erkennen.

Zur Zeit der Häutung ist, wie in der Schale, so in der Sehne, die Zahl der Schichten um eine vermehrt. In diesem Stadium ist auf dem Querschnitt, der in Fig. 3 dargestellt ist, zwischen die chitinbildende Schicht und den alten zusammengerunzelten Chitinring ein neuer eingeschoben, der jenen lose umgiebt, noch weniger starke Runzeln und ein weites Lumen hat. Umgekehrt wie an der Haut liegt auch hier wieder das abgestossene Chitin nach innen von dem neugebildeten, das seinerseits nach aussen von der chitinbildenden Schicht und der bindegewebigen Hülle umgeben ist. Nehmen wir dies zusammen mit dem, was bei der Häutung direct sich beobachten lässt, dass nämlich in Verbindung mit dem alten Chitinüberzug des Kiefers ein der Form der ganzen Sehne entsprechender Chitinstab aus der Axe derselben sich herausziehen lässt, so folgt, dass die weiche Röhre, welche die neue Sehne vorstellt, aus zwei, oder, wenn man will, drei Schichten bestehen muss, der bleibenden bindegewebigen Umhüllung nach aussen, der neuen noch weichen Chitinauskleidung nach innen und der sie bedingenden chitinbildenden Schicht dazwischen. Legt man eine solche frisch gehäutete Sehne in Spiritus oder einen Augenblick in kochendes Wasser, so lassen sich zwei von diesen Schichten mit Leichtigkeit isoliren, während die dritte mikroskopisch nachweisbar ist. Nach der Abstossung des alten Chitins hat also die Sehne wieder ganz dieselbe Zusammensetzung, wie vor

der Häutung, und zu jeder Zeit entsprechen die Bestandtheile derselben genau denen der äusseren Haut, und die einander entsprechenden Schichten der Haut und der Sehne hängen continuirlich zusammen. Der Schaft der Sehne ist daher nichts anderes, als eine röhrenförmige Fortsetzung oder Einstülpung der allgemeinen Bedeckung mit allen ihr zukommenden Bestandtheilen.

Nun ist aber die Sehne des Kiefermuskels nicht einfach, sondern gegen den Muskel hin pinselförmig verästelt. Wie gezeigt worden ist, erstreckt sich die Regeneration des Chitins auch auf dieses büschelförmige Muskelende. Alle die aus der Verästelung hervorgegangenen secundären, tertiären u. s. w. Sehnenzweige, in welche der Schaft sich auflöst, sind demnach hohl und von Chitinröhren ausgekleidet, welche mit der Röhre des Hauptsehnenstammes zusammenhängen. Dies folgt unmittelbar daraus, dass das bei der Häutung abgestossene Chitinskelet die Form der ganzen Sehne bis an den Muskel hin wiederholt. Die Sehne verhält sich an der Stelle ihrer Verästelung ungefähr wie ein dicker Tracheenstamm, der sich in eine Menge feiner Aeste auflöst. Indem der Hauptstamm im Verhältniss zu den feinen Endästen ziemlich dick ist, daher bei der Häutung ein entsprechend weites Lumen hat, so erklärt sich, wie durch den Schaft hierbei sämmtliches Chitin sich ausziehen lässt oder auf natürlichem Wege ausgestossen wird. Wie sich erwarten lässt, hat jedes der kleinen Sehnenstäbchen, in welche die Sehne sich durch dichotomische Verästelung auflöst, ganz dieselbe röhrenförmige Structur und dieselbe Schichtenzusammensetzung wie der Sehnenschaft. An Querschnitten, durch den oberen Theil der Sehne, kann man sich hiervon überzeugen. Hier ist nur der Unterschied, dass man statt eines einzigen Chitinringes eine Menge kleinerer Ringe neben einander findet, und während am Schaft der Chitintheil über den bindegewebigen Theil der Röhre überwiegt, nimmt gegen den Muskel hin die Masse des Chitins im Verhältniss zur Bindesubstanz ab. Die Röhren sind zwar zahlreicher, aber verhältnissmässig von sehr viel geringerem Durchmesser und dünnerer Wandung. Zugleich hängen die bindegewebigen

Hüllen der einzelnen Chitinröhren unter einander locker zusammen. So kommt es, dass man an Querschnitten, durch das büschelförmige Ende der Sehne geführt, eine grosse Anzahl kleiner und zarter, aber noch immer höchst charakteristischer Chitinringe wie in einem gemeinschaftlichen Bindegewebsstroma unregelmässig zerstreut findet. Jeder der zierlich gekräuselten und scharf contourirten Ringe ist von der Bindesubstanz durch eine chitinbildende Schicht getrennt, und ist zur Zeit der Häutung doppelt. Dies dürfte genügen, um zu beweisen, dass die Schichten des äusseren Skelets auch in den feinsten Verästelungen der Sehne in derselben röhrigen und concentrischen Anordnung und in demselben Verhältnisse zu einander sich wiederfinden.

Der Chitingehalt der Sehne reicht, wie man am deutlichsten bei der Häutung sieht, in jedem einzelnen Theil nur bis an den Anfang der Muskelsubstanz. Nur wegen der ungleichen Länge der Muskelbündel greifen Muskelfasern und Chitinstäbe scheinbar durcheinander. Mit dem Anfang der Muskelsubstanz hört das Chitin und mit ihm die chitinbildende Schicht auf. Es bleibt von den Chitinstäben nur die bindegewebige Umhüllung und diese hängt mit der Bindesubstanz des Muskelparenchyms zusammen. Auf Querschnitten, durch das Sehnenende des Muskels geführt, werden in dem bindegewebigen Stroma, das jetzt natürlich durchschnittene Muskelcylinder umschliesst, die Chitinringe, je weiter nach oben, um so sparsamer und verschwinden zuletzt ganz. Hiermit ist dann das gewöhnliche Bild eines Muskeldurchschnitts gegeben.

Das Verhalten der Sehne beim Ansatz des Muskels wurde bisher folgendermassen beschrieben: die aus weichem Bindegewebe bestehenden Scheiden der grossen primitiven Muskelbündel gehen continuirlich in die harte (chitinisirte) Sehnenfaser über, oder letztere entfaltet sich bei der Verbindung mit dem Muskel, indem sie weich wird, zu einem cylinderförmigen Sack, der die primitive Scheide heisst. Nach dem Gesagten ist diese Darstellung dahin zu ändern, dass von den drei beschriebenen Schichten eines Sehnenzweigchens die äussere bindegewebige es ist, welche gegen den Muskel hin sich trichterförmig erweitert und,

indem sie einen quergestreiften Muskelcylinder enthält, zum Sarkolemm geworden ist, oder umgekehrt, nach der Schale hin, dass die primitive Muskelscheide, indem sie trichterförmig verjüngt in einen Sehnenstrang sich fortsetzt, dabei nicht erhärtet, chitinisirt, sondern hohl bleibt und statt mit Muskelmasse angefüllt, von einer Chitinröhre ausgekleidet ist. Die Chitinröhre der Sehnenästchen wird dem Muskel zu immer dünnwandiger und hört mit scharfem Rande auf. Die Muskelbündel endigen bekanntlich der Sehne zu kegelförmig abgestumpft. Diesen Muskelenden sich anpassend, zwischen sie etwas hineingreifend oder sie umfassend, erweitern sich die Chitinröhrchen, ehe sie aufhören, in Form eines unregelmässigen, meist schiefen Trichters oder Spatens. Die so beschaffenen, äusserst zarten Endigungen der Chitinröhren lassen sich an dem bei der Häutung abgeworfenen Chitinpinsel nachweisen. Die zarte Beschaffenheit der zuletzt zu einem glasartig durchsichtigen, kaum mehr gestreiften Häutchen sich verdünnenden Chitinauskleidung erklärt, wie man zu der Ansicht kam, dass das Chitin allmählig in das weiche Bindegewebe des Sarkolemma übergehe. Eine solche Continuität des Chitins mit Bindegewebe, oder, was dasselbe sagt, eine Chitinisirung, Erhärtung des Bindegewebes vom Muskel nach der Sehne hin findet in Wahrheit nicht statt. Soweit das Chitin sich erstreckt, so weit reicht auch die die Regeneration desselben bedingende chitinbildende Schicht; durch dieselbe ist der Natur der Sache nach das Chitin von der sie umgebenden Bindesubstanz getrennt; noch um die Enden der Muskelbündel, soweit Chitinröhren zwischen sie eingreifen, ist dieselbe mit Bestimmtheit nachzuweisen. Die Continuität zwischen Chitin und Bindesubstanz, welche an der Schale im Groben zu bemerken, erhält sich also in der Sehne bis in ihre letzten Structurtheile. Nur in der Feinheit derselben ist der Grund für den scheinbar continuirlichen Zusammenhang zu suchen.[1])

---

1) Der Ansatz der Muskeln an das Chitinskelet der Arthropoden ist, wie auch Häckel hervorhebt, allgemein so, dass das Bindegewebe des Muskels mit der bindegewebigen Unterlage des Chitinpanzers in Continuität steht. Diess zeigt sich z. B. am Kiefermuskel, da wo er

Die Ansicht, welche in der Sehne chitinisirte Bindesubstanz als Ausnahme statuirt, bedarf nach dem Gesagten wohl kaum mehr einer Widerlegung. Der Chitingehalt der Sehne hat seinen Grund nicht in einer genetischen Beziehung des Chitins, sondern lediglich in der bisher nicht bekannten Structur. Das Chitin der Sehne hat, abgesehen von der Häutung, alle Eigenschaften des Chitins der Schale: es zeigt auf dem Querschnitt dieselbe Schichtung aus homogenen Lamellen, dieselbe Resistenz gegen chemische Agentien, dieselbe stellenweise Imprägnirung mit Kalksalzen, von welcher die Insertionsstelle am Kiefer, gerade wie die Gelenkstellen des Panzers, constant frei bleibt. Nur

---

von der Innenfläche des Rückenschildes entspringt. Ist das Bindegewebe des Muskels vor dem Ansatz in einen Strang verlängert, so haben wir ächte, aus reiner Bindesubstanz bestehende Sehnen, wie sie im Flusskrebs ebenfalls vorkommen. Denken wir uns aber in eine solche Sehne hinein auch von aussen her das Chitin der Schale verlängert, und lassen wir diesen Fortsatz dichotomisch sich verästeln, so haben wir das Bild einer pinselförmigen Chitinsehne. Hierbei greift also die Substanz des Skelets in die Zusammensetzung einer Sehne mit ein. Das Verhältniss des Chitins zur Bindesubstanz ist in beiden Fällen dasselbe. Die beiden Substanzen sind durch die chitinbildende Schicht getrennt. Verstehen wir unter der Insertionsfläche eben diese Grenze zwischen Chitin und Bindesubstanz, so besteht die Eigenthümlichkeit der Muskeln mit Chitinsehnen in Bezug auf Ansatz darin, dass diese Grenze nicht an irgend einer Stelle des Querschnittes, z. B. am Uebergang in den Kiefer sich findet, sondern in der ganzen Längenausdehnung der Sehne und ihrer Aeste an der Peripherie des röhrenförmigen Chitinfortsatzes hin sich erstreckt. Der mechanische Befestigungspunkt der Sehne am Kiefer fällt also mit der Insertion in histologischem Sinn, mit der Stelle des Zusammenhangs zwischen Chitin und Bindesubstanz nicht zusammen. Letztere ist wie überall durch eine von Natur weiche und zerreissliche Schicht gebildet. Wäre auf den Punkt, auf welchen der Zug des Muskels sich concentrirt, zugleich die durch eine weiche Masse gebildete Grenze zwischen Chitin und Bindesubstanz beschränkt, so könnte die Festigkeit des Muskels nur eine geringe sein. Nun ist aber die Fläche, auf welche sich jene Schicht in der Sehne erstreckt, eine verhältnissmässig sehr grosse und der Zugrichtung parallele. Offenbar ist es dieser Art der Vertheilung des an sich schwachen Zusammenhangs zwischen Bindegewebe und Chitin zuzuschreiben, dass der Kiefermuskel durch auffallende Cohäsion mit dem Skelet sich auszeichnet.

eine Eigenthümlichkeit zeigt das Sehnenchitin zum Unterschied von der Substanz anderer Skelettheile, und diese war es wohl, welche zur Annahme chitinisirter Sehnensubstanz besonders Veranlassung gab. Untersucht man einen der Chitinstäbe auf dem Längsschnitt bei stärkerer Vergrösserung, so zeigt sich eine sehr ausgesprochene Längsstreifung und das Chitin lässt sich diesen Streifen entlang ziemlich leicht in gröbere und feinere Fasern spalten. Beides sind Eigenschaften, die man an Chitintheilen nicht gewohnt ist zu finden und die auf Aehnlichkeit mit Bindegewebe bezogen werden könnten. Es weicht zwar die grobe, dunkle unf fast geradlinige Streifung des Chitins von der zarten und gelockten Streifung der umgebenden Bindesubstanz bedeutend ab, es muss auch die Unveränderlichkeit jener Streifen gegen Essigsäure und Kali und der vollständige Mangel der Kerne sogleich auffallen. Dennoch kann dieses Verhalten, wie es durch Leydig und Häckel geschehen ist, für die Ansicht vorgebracht werden, wonach der mittlere Theil durch Chitinisirung, Verdichtung des peripherischen, weichen Bindegewebes unter Veränderung seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, Schwinden der Kerne, hervorgegangen wäre. Es kann hierfür auch, wie es von den genannten Autoren geschehen ist, die Analogie der elastischen Substanz, die in ähnlicher Weise im Bindegewebe auftritt, angeführt werden. Der Nachweis der durch die ganze Sehne zwischen Chitin und Bindegewebe sich erstreckenden chitinbildenden Schicht und der damit zusammenhängenden completen Häutung ist an sich schon im Stande, jene Analogie zu zerstören. Es kann überdies jene Texturähnlichkeit des Chitins mit Bindegewebe, die Streifung und Spaltbarkeit, aus den allgemeinen Eigenschaften des Chitins, zusammengenommen mit der besonderen Structur der Sehne, erklärt werden.

Wie überall wird in der Sehne das Chitin schichtweise gebildet. Die Lamellen bilden zusammen eine Röhre. Der Ring, den man auf dem Querschnitt findet, hat eine hierauf zu beziehende, concentrische Streifung. Die neue Chitinröhre, welche sich bei dem jedesmaligen Skeletwechsel bildet, umschliesst die alte, ist daher weiter als diese, ihr Lumen entspricht dem

Durchmesser der alten, welche ihrerseits kein offenes Lumen mehr hat. Ist die alte Sehne ausgestossen, so reducirt sich das Lumen und der ganze Durchmesser der neuen Röhre, ihre Wandungen legen sich, vorzugsweise von zwei Seiten, dicht an einander. Dies geschieht, indem die noch weiche, kalkleere Röhre der Länge nach in regelmässige Falten sich legt. Dadurch bekommt der Querschnitt seine zierlich gekräuselte Contour, und die Wellen desselben entsprechen den Streifen des Längsschnittes. Hat sich so die ursprünglich glatte Röhre zu einem gerieften, etwas plattgedrückten Strange zusammengelegt, dann erst erfolgt die Imprägnirung, die Steifung durch Kalk. Die Sehne wird in ihrer neuen Gestalt bleibend fixirt. Die Streifung und Längsspaltbarkeit, welche die Sehne von da an zeigt, lässt sich zur Evidenz auf eine Faltung homogener, concentrischer Lamellen zurückführen. Der Vorgang der Faltung ergiebt sich direct aus der Beobachtung. Dass diese Faltung vielleicht unter dem Einfluss des Muskelzuges zu Stande kommt, liegt nahe zu vermuthen.

Häckel hat dem Chitin der Sehne „die sonst so charakteristischen Porencanäle“ abgesprochen. Auf dem Längsschnitt zeigt sich auch keine Spur davon, man sieht hier eben nur die besprochenen Faltenzüge; der Querschnitt aber zeigt neben den concentrischen, der Schichtung angehörigen Streifen eine eben so deutliche, oder noch mehr in die Augen fallende radiale Schattirung, es ist dieselbe wie sie an anderen Stellen des Chitinskelets auf dem Durchschnitt, also senkrecht auf die Oberfläche sich findet und überall auf durchsetzende Porencanäle bezogen wird. An dem Sehnenchitin überzeugt man sich, dass die radialen Streifen hier nicht von Porencanälen herrühren. Vielmehr coïncidiren sie mit den wellenförmigen Runzeln der Ränder, welche sie auf dem Querschnitt verbinden, rühren also daher, dass die an der Oberfläche sichtbaren Falten durch die ganze Dicke gehen, alle Lamellen in gleicher Weise betreffen, und dass die Reihen der quer durchschnittenen Falten optisch als radiale Streifen zusammenwirken. Der Umstand, dass diese Streifung von der Dicke des Schnittes abhängt, auf den feinsten Schnittchen fast verschwindet, spricht

für die Richtigkeit dieser Deutung. Ohne das Vorkommen der Porencanäle in Zweifel zu ziehen, dürfte wenigstens die Frage aufgeworfen werden, ob nicht auch an anderen Stellen die auf Porencanäle bezogene Streifung eine ähnliche Erklärung zulasse, wie sie in dem Chitin der Sehne gefordert ist. Da hier Porencanäle mit Bestimmtheit fehlen, so können sie keinenfalls als eine wesentliche Eigenschaft der Chitinhäute betrachtet werden.

Ebenso verhält es sich mit dem Mangel der sogenannten Zellenabdrücke, auf welchen, als eine Abweichung vom Chitin, Häckel sich ebenfalls beruft. Die zellige Zeichnung fehlt in dem Chitin der Sehne, wie sie an vielen Stellen des Hautpanzers fehlen kann oder einer anderen Zeichnung Platz macht, ein Beweis, dass dieses Aussehen nicht dem Chitin als genetische Eigenschaft, sondern dem in der Sculptur des äusseren Skelets mannigfach sich aussprechenden Gepräge der Thiergattung oder Species angehört. Das Fehlen der Zellenabdrücke und Porencanäle in dem Chitin der Sehne beweist also eine Verschiedenheit von der Substanz des übrigen Skelets so wenig als die Längsstreifung und Spaltbarkeit eine Verwandtschaft mit Bindegewebe.

Fassen wir das, was sich über die Structur der Chitinsehne und über die Beschaffenheit der sie constituirenden Substanzen ergeben hat, zusammen, so ist es Folgendes.

Die sogenannte Chitinsehne ist ein nach innen gehender, ursprünglich röhrenförmiger, zu einem soliden Stab oder Strang zusammengelegter, pinselförmig verästelter Theil der allgemeinen Bedeckung.

Die Sehne enthält sämmtliche Schichten des äusseren Skelets in umgekehrter, concentrischer Anordnung. Dabei hängt das Chitin der äusseren Schale mit dem inneren Chitinskelet der Sehne, die bindegewebige Unterlage der Schale mit der bindegewebigen Umhüllung der Sehne, und diese nur mit dem Bindegewebe des Muskels continuirlich zusammen.

Das Chitinskelet der Sehne wird bei der Häutung

wie die äussere Schale regenerirt, und als Ganzes im Zusammenhang mit der Krebsschale abgeworfen. Die Häutung erstreckt sich bis in die feinsten, an die Muskelbündel grenzenden Endäste.

Continuität zwischen Chitin und Bindesubstanz findet sich nicht. Bis in die feinsten Aeste ist, wie überall im Skelet, zwischen beiden Bestandtheilen die chitinbildende Schicht ausgebreitet.

Das Chitin der Sehne unterscheidet sich von dem des übrigen Skelets nicht. Die scheinbar fibrilläre Beschaffenheit, die Längsstreifung und Spaltbarkeit, rührt her vor der nach der Ausstossung des alten und von der Erhärtung des neuen Chitins erfolgenden Zusammenfaltung der aus homogenen Lamellen geschichteten Chitinröhre.

Wir haben auf die Bedeutung, welche den Chitinsehnen für die Gesammtauffassung des Chitins zugeschrieben wurde, schon im Anfang hingewiesen, es wurde gezeigt, wie sie als Stütze für die Leydig'sche und als Einwurf gegen die von Kölliker vertretene Ansicht betrachtet werden mussten. Es hat sich nun ergeben, dass diese Sehnen keineswegs in ihrer Substanz eine histologische Ausnahme, sondern als Sehnen eine Ausnahme in der Structur machen, dass sie im Uebrigen nur als ein eigenthümlich construirter Skelettheil aufzufassen sind, dass sofern sie ursprünglich hohl sind, das Chitin auch hier nicht als parenchymatische Substanz, sondern als Bekleidung einer freien Fläche auftritt. Daraus folgt weiter, dass die Chitinsehnen nicht mehr wie bisher als Beleg für eine bestimmte Beziehung zwischen Chitin und Bindesubstanz angeführt werden können, da diese Beziehung jedenfalls dieselbe ist wie überall im Skelet, dass dagegen das, was über die Entstehung und morphologische Auffassung des Chitins am Skelet überhaupt für richtig befunden ist, sich ohne Weiteres muss auch auf das Chitin der Sehne übertragen lassen. Endlich ist klar, dass, nachdem chitinisirte Sehnen im histologischen Sinne wegfallen, die Ansicht, welche in dem Chitin das Ausscheidungsproduct eines Epitheliums sieht, vor derjenigen, welche

dasselbe zu den Geweben der Bindesubstanz rechnet, aus den schon oben angeführten Gründen ungleich den Vorzug verdient.

Wenn wir dennoch die erstere Auffassung nicht ohne Weiteres adoptiren, sondern auf Grund der vorausgegangenen Untersuchung die beiden Ansichten noch einmal gegen einander halten, so geschieht es deshalb, weil die gemachten Beobachtungen einige Gesichtspunkte geben dürften, welche bisher nicht genügend hervorgehoben, und vielleicht zur morphologischen Charakterisirung der Chitinhäute etwas beizutragen im Stande sind.

Wir finden in der Sehne des Kiefermuskels ein unzweifelhaftes Chitingebilde, ein Chitingebilde, das aber in einigen Beziehungen auffallend von anderen Skelettheilen abweicht. Insofern ist uns die Sehne ein Mittel, um die Grenzen zu bestimmen, innerhalb welcher das Chitin überhaupt variiren kann, ohne aufzuhören Chitin zu sein, oder mit anderen Worten, um die mehr zufälligen Eigenschaften von den überall wiederkehrenden zu trennen.

Da das Chitin der Sehne in allen anderen Beziehungen, im Bau und in der Bildung mit dem Chitin der Schale übereinstimmt, sich aber dadurch unterscheidet, dass es nicht Porencanäle und eine zellige Zeichnung, vielmehr Längsstreifung und Spaltbarkeit besitzt, so werden wir Porencanäle wie Faltenzüge, eine zellige, streifige, oder wie immer beschaffene Sculptur der Oberfläche als accidentelle, mit dem zoologischen Character des Thieres oder der speciellen Function eines Skelettheiles zusammenhängende, mit beiden variirende Eigenschaften von den in dem Bau und der Bildung selbst begründeten und darum unveräusserlichen Merkmalen zu trennen haben. Dies sind eben diejenigen, welche auch die scheinbar differente Chitinsehne mit dem übrigen Skelet gemein hat, und sie reduciren sich nach dem Gesagten darauf, dass das Chitin immer als Grenzhaut auftritt, dass es aus einer wechselnden Anzahl homogener, übereinander geschichteter Lamellen mit der bekannten Resistenz gegen chemische Agentien zusammengesetzt, und constant begleitet ist von einer weichen und dünnen, aus einer einfachen Lage von Kernen und

moleculärer Zwischenmasse bestehenden Unterlage. Da von letzterer nachgewiesenermassen die successive Bildung der Lamellen sowohl wie die periodische Regeneration der ganzen Haut ausgeht, so muss mit diesem Verhalten zugleich der genetische Charakter der Chitinhaut gegeben sein.

Wie derselbe festzustellen ist, hängt ab von dem Verhältniss, das man zwischen den Chitinlamellen und der darunter liegenden kernhaltigen Schicht anzunehmen geneigt ist.

Hier sind zwei Fälle möglich. Entweder das Chitin entsteht nach Art eines Gewebes durch allmählige Umwandlung jener Schicht, die dann als unreifes Chitin anzusehen wäre, oder das Chitin ist als zugehörige Grenzhaut in seiner Entstehung von der darunter liegenden weichen Schicht unmittelbar abhängig, also direct von ihr gebildet.

Betrachten wir die erste der beiden Möglichkeiten, so müsste nach dieser Voraussetzung die weiche, kernhaltige Schicht, weil wir annehmen, dass sie die erste Bildungsstufe des Chitins ist, successiv mit allen ihren Bestandtheilen in die einzelnen Chitinlamellen sich verwandeln; sie stände zu dem Chitinpanzer in demselben Verhältniss, wie die weiche Schicht unter dem Periost zu der geschichteten Knochensubstanz, eine Parallele, welche z. B. v. Siebold[1]) gezogen hat und welche auch der Leydig'schen Ansicht zu Grunde liegt. Jede Chitinlamelle besässe hiernach eine eigene, auf die Formelemente der weichen Schicht zurückführbare Textur, wie eine solche einer Knochenlamelle zukommt. Wäre dies richtig, so müssten die Bestandtheile der kernhaltigen Schicht in den darauf folgenden Chitinlamellen sich noch vorfinden, wenn sie auch in den schon älteren allmählig in einer homogenen Masse untergegangen wären, mit anderen Worten, es müssten wenigstens die jüngsten Schichten untereinander eine morphologische Umwandlungsreihe bilden. Die homogene Beschaffenheit der Chitinlamellen spricht an sich noch nicht gegen eine solche Entstehung, denn auch z. B. im Bindegewebe sehen wir glashelle Membranen als Endglieder der histologischen Ausbildung auf-

1) Vergl. Anat. S. 421.

treten. Die Frage ist, darf das Chitin solchen Membranen gleichgestellt werden. Aus der bestimmten Beobachtung, dass, wie man beim Auftreten der ersten Chitinhaut an Embryonen von Krebsen, wie bei der späteren Regeneration ihrer Schale sieht, das Chitin als eben gebildete oder tiefste Schicht dieselbe homogene Beschaffenheit hat, wie als oberflächlichste, in der Abstossung begriffene; daraus, dass in der jüngsten so wenig als in der ältesten Schicht sich jemals Kerne oder deren Reste eingeschlossen finden, dass vielmehr die kernhaltige Schicht constant und auch bei der Regeneration nur eine einfache Lage ist: daraus folgt, dass die Lamellen der Chitinhaut weder unter sich, noch mit der kernhaltigen Schicht in einer histologischen Reihe liegen, sondern alle von derselben in gleichem Grade verschieden sind. Die kernhaltige Schicht darf also nicht als unreifes Chitin angesehen werden, wie eine mikroskopisch ähnliche Substanz als unreifes Bindegewebe gedeutet werden könnte. Das Chitin bildet sich überhaupt nicht wie ein Gewebe und eine Textur kommt seinen Lamellen im strengen Sinne nicht zu.

Dies sind die Gründe, warum wir glauben, dass die Zurückführung des Chitins auf Bindegewebe nicht nur mit dem Verhalten der Chitinsehnen, sondern mit dem der Chitinhäute überhaupt sich nicht verträgt.

Es bleibt die zweite Möglichkeit der Auffassung übrig, wonach die Chitinlamellen als unmittelbar gebildet von der darunter liegenden Schicht, das Chitin im Allgemeinen als ein Ausscheidungsproduct oder wenigstens als eine Extracellularsubstanz zu betrachten ist. Es ist dies die von Häckel und Kölliker aufgestellte Ansicht. Ohne die wesentliche Aufklärung, welche dieselbe über die Natur der Chitinhäute gegeben hat, zu verkennen, erlauben wir uns nur dagegen einige Bedenken zu erheben, wenn das Chitin innerhalb dieser einmal feststehenden Auffassung bald als erhärtetes Secret oder einseitige Zellenausscheidung, bald als secundäre Zellmembran, bald endlich als Cuticularbildung eines Epitheliums[1]) bezeichnet wird, Bedenken, welche übrigens schon von Reichert[2]) ausgesprochen sind.

1) Vergl. Häckel und Kölliker a. d. a. O.

2) Müller's Archiv, 1857. Jahresbericht S. 12.

Als Ausscheidungsproducte von Zellen oder als Extracellularsubstanzen werden jetzt Bildungen verschiedener Art zusammengefasst. Wir kennen als solche die Cellulosekapsel der Pflanzenzelle selbst, und die dünne die Pflanzenzellen an der Oberfläche überziehende Cuticula, die Intercellularsubstanz der thierischen Gewebe, die flüssigen oder festeren, wirklichen, von Epithelien gelieferten Secrete, und endlich die an den Epithelzellen selbst auftretenden, oft hautartig zusammenhängenden Verdickungen in Form feiner, gestreifter Säume. Letztere wurden vorzugsweise mit dem der Pflanzenanatomie angehörigen Namen Cuticula bezeichnet und dann die Bezeichnung Cuticularbildung auf die Chitinhäute ausgedehnt.

Wenn wir das Chitin zunächst allgemein als Extracellularsubstanz ansehen und damit unter eine so Verschiedenes umfassende Kategorie stellen, so haben wir die Verpflichtung, die Punkte aufzusuchen, durch welche es sich von den anderen Bildungen unterscheidet, ehe wir es mit einer derselben und diese wieder unter einander zusammenwerfen. Wir stellen uns also die Aufgabe, die Chitinhäute gegenüber den anderen ihrer Natur nach bekannten Extracellularsubstanzen zu charakterisiren. Dabei muss sich ergeben, ob wir für die Chitinhäute als eigenthümliche Bildung Unterschiede genug übrig behalten, oder ob sie mit einer der genannten Bildungen morphologisch zusammenfallen.

Vom morphologischen Standpunkt ist festzuhalten, dass die Chitinhaut als äusseres Skelet an dem Gesammtbau des Körpers und der Structur einzelner Organe, wie wir gesehen haben, selbst bis in's Einzelne participirt. Die Chitinhaut kann also den Charakter eines morphologischen Bestandtheiles nie aufgeben. Gegen die Bezeichnung als Secret ist einzuwenden, dass wir unter Secreten eben diejenigen Stoffe verstehen, welche durch den Stoffwechsel aus dem morphologischen Verband ausgeschlossen sind.

Ehe wir die Chitinhäute mit Cuticularbildungen d. h. verdickten Säumen der Epithelzellen zusammenstellen dürfen, muss die Frage beantwortet sein, ob wir der Beobachtung gegenüber Recht haben, die chitinbildende Schicht ein Epithelium zu nennen. Die weitere Frage, ob es, dies vorausgesetzt, erlaubt

ist, die so untergeordnete, für den morphologischen Charakter der Epithelien nicht zu verwerthende Erscheinung der gestreiften Säume auf eine so typische Bildung, wie der Chitinpanzer ist, zu übertragen, lassen wir dahingestellt.

Die Entscheidung darüber, ob die chitinbildende Schicht ein Epithelium zu nennen, wird verschieden ausfallen, je nachdem man die Grenzen des Epitheliums weiter oder enger zieht. Dass die chitinbildende Schicht, wenn wir von Zellmembranen oder der Isolirbarkeit einzelner Zellen absehen, die Bestandtheile einer einfachen Zellenlage enthält, steht fest. Ist aber nach unseren jetzigen Vorstellungen nicht ein wesentliches Erforderniss für die Annahme eines Epitheliums das Abgegrenztsein oder die Isolirbarkeit der einzelnen Zellen? Geben wir dieses Merkmal auf, so bleibt für den Charakter des Epitheliums nur noch die Bekleidung freier Flächen, und es handelt sich eben darum, ob die Bekleidung der freien Flächen bei den Arthropoden in derselben Weise wie z. B. bei Wirbelthieren, d. h. durch ein Epithelium, oder in anderer Weise geschehe. Sicher ist, dass die chitinbildende Schicht nicht in einzelne Zellen sich zerlegen lässt, nicht nothwendig eine zellige Abgrenzung zeigt, und dass auch da, wo in der Chitinhaut eine zellige Zeichnung auftritt, es weder durch mechanische noch chemische Mittel gelingt, dieselbe in Zellen entsprechende Felder zu zerlegen, welche dann die einzelnen verdickten Säume der Epithelialzellen wären. Wir glauben daher, dass eben diese Continuität, welche sich an der Chitinhaut wie an der chitinbildenden Schicht in gleicher Weise wahrnehmen lässt — mit dem Unterschied, dass erstere eine chemisch und mechanisch höchst resistente Membran, letztere eine weiche und dünne, schon durch Wasser zerstörbare Masse darstellt — dass diese Continuität eine Eigenschaft ist, die bei der Charakterisirung nicht vernachlässigt werden darf, dass eine Eigenthümlichkeit des Chitinskelets darin liegt, dass es nicht zu derjenigen histologischen Sonderung gekommen ist, vermöge der wir an Haut- und Schleimhautüberzügen anderer Thiere Zellen isoliren, und ein Epithelium annehmen.[1])

1) Es folgt hieraus, dass es nicht erlaubt ist, Anhänge des Chitinpanzers, wie Haare und Schuppen u. s. w. auf einzelne ausgewachsene

Das Gesagte dürfte es rechtfertigen, wenn wir die Zerlegung des Chitinskelets in Epithelzellen mit einseitig verdickter Membran, die Bezeichnung des Chitins als einseitige Ausscheidung für eine nicht ganz dem Sachverhalt entsprechende halten. Wir glauben dabei stehen bleiben zu müssen, wenn wir die Chitinhaut als continuirliche, aus homogenen Lamellen zusammengesetzte, chemisch resistente Haut und die chitinbildende Schicht als continuirlichen, nicht weiter zerlegbaren Zellencomplex erkannt haben. Bringen wir, wie wir es müssen, beide in Beziehung zu einander, so dürften zunächst Chitinpanzer und chitinbildende Schicht als zusammengehörige Theile eines morphologischen Ganzen, der skeletbildenden Schicht des Arthropodenkörpers, und in dieser das Chitin als gemeinschaftliche, geschichtete Membran oder Kapsel eines das Körperparenchym überall begrenzenden, histologisch nicht weiter differenzirten Zellencomplexes zu bezeichnen sein. Wir denken uns dabei immer die skeletbildende Schicht als allseitige Begrenzung des Körperparenchyms an der gesammten Gliederung des Körpers sowohl, wie an der Structur seiner einzelnen Theile participirend. Eine weitere Reduction dieser Schicht, die nicht möglich ist durch Zerlegung in histologische Bestandtheile, kann also nur geschehen durch Reduction des gesammten Körperbaues. Wir können die chitinbildende Schicht uns immer mehr vereinfachen und schliesslich auch auf eine Zelle zurückführen, aber nur indem wir gleichzeitig das gesammte Körperparenchym reduciren.

Wenn wir das Chitin als Umhüllung einer einzelnen Zelle betrachten, so haben wir in dieser Zelle das gesammte Körperparenchym implicite enthalten, und das Chitin behält seinen Charakter als allseitige Umhüllung auch dann noch. Indem wir so reduciren, gehen wir nicht auf die histologische Bildung,

---

Zellen zurückzuführen, wie es von Semper und Häckel geschehen ist. Sie sind vielmehr Auswüchse oder Structurtheile der ganzen Schicht, wobei es nur von der Grösse abhängt, wie viele Kerne der chitinbildenden Schicht in einen solchen Fortsatz eingehen. Die feinsten Haare enthalten in ihrer centralen chitinbildenden Schicht gar keinen Kern mehr.

sondern auf die morphologische Entwickelung des Gesammtbaues zurück. Es ergiebt sich zugleich aus dieser Betrachtung, dass die Chitinhaut ihr Analogon finden kann in der Membran oder Kapsel einer Eizelle, vorausgesetzt, dass diese Hülle von der letzteren selbst gebildet ist.

Wir sehen in dem Chitin unzweifelhaft eine Extracellularsubstanz, welche an dem Gesammtbau des Körpers und selbst der feinsten Structur seiner Organe sich betheiligt, eine Extracellularsubstanz, welche am entwickelten Thier nicht einer Zelle angehört, sondern einem Complex, einem Multiplum von Zellen von Anfang an gemeinschaftlich ist. Durch ersteren Charakter unterscheidet sich das Chitin von Secreten jeder Art, durch letzteren einerseits von der Cellulosekapsel der Pflanzenzelle, andererseits von der Intercellularsubstanz thierischer Gewebe.

Eine Vergleichung der Chitinhaut mit der Cellulosekaspel der Pflanzenzellen, wie sie schon von Häckel, wenn auch in etwas anderem Sinne[1]) angestellt wurde, ist insofern lehrreich, als sie zeigt, wie auch hier eine als Ausscheidung betrachtete Membran an der Structur sich wesentlich betheiligt. Auch die auf successive Bildung zu beziehende Schichtung findet sich hier wieder. Der Hauptunterschied ist vom morphologischen Standpunkt immer der genannte, dass nämlich die Kapsel in der Pflanze immer nur einer einzelnen Zelle angehört.

Mit der Intercellularsubstanz thierischer Gewebe wurde das Chitin von Kölliker[2]) zusammengestellt. Auf die Nothwendigkeit beide Bildungen zu unterscheiden, ist schon von Reichert[3]) hingewiesen worden. Die Intercellularsubstanz eines Gewebes geht mit ihren Zellen einen gemeinschaftlichen Bildungsgang ein, steht in einem morphologischen Verband mit ihnen, den wir eben ein Gewebe nennen. Es liegt in der Natur dieses Verbandes, dass, wie wir z. B. am Knorpelgewebe sehen, beim Wachsthum des Ganzen die Intercellularsubstanz einer continuirlichen Vermehrung, eines Wachsthums durch Intussusception fähig ist; und wir müssen daraus schliessen, dass die Extracellularsubstanz im beständigen Stoffverkehr mit ihren Zellen bleibt. In solchem Verband steht die Chitinhaut mit der chitinbildenden Schicht nicht. Der Unterschied zeigt sich eben in der Art des Wachsthums und der damit zusammenhängenden, eigenthümlichen Erscheinung der Häutung.

Das Wachsthum einer Chitinhaut in die Dicke erfolgt durch Apposition von Lamellen; die einmal gebildeten Lamellen sind nicht fähig, durch Intussusception zu wachsen. Die Chitinhaut ist also nicht im Stande, als solche dem Wachsthum des Körpers oder eines Organs zu folgen, sondern nur, indem sie ab-

1) Häckel vergleicht nämlich a. a. O. S. 529 die skeletbildende Schicht als Chitinogengewebe mit dem Pflanzengewebe.

2) A. a. O. S. 96 ff.

3) Müller's Archiv, 1857. Jahresbericht S. 12—15.

geworfen und total durch eine umfangreichere ersetzt wird. Die Häutung ist also nicht eine Erscheinung des Stoffwechsels in der Chitinhaut an sich, sondern ein Phänomen des Wachsthums, das auf die Vergrösserung der Organe zu beziehen ist, als deren Structurtheil das Chitin auftritt. Dass die Häutung mit dem Wachsthum des ganzen Thieres zusammenhängt, ist eine bekannte Sache und folgt schon aus der Beobachtung, dass sie um so häufiger, je rascher das Wachsthum, dass sie aufhört, wenn das Wachsthum eines Arthropoden beendigt ist. Milne Edwards erklärt die Nothwendigkeit der Häutung der Crustaceen mit den Worten: „car si l'animal ne changeait souvent de peau, l'enveloppe solide qui le renferme opposerait bientôt des obstacles invincibles à son accroissement.“ Dass diese Erklärung nicht vollkommen genügend, dürfte daraus hervorgehen, dass auch weiche Chitinhäute der Häutung unterliegen, und wir andererseits z. B. in den Knochen eine starre Substanz haben, welche ein continuirliches Wachsthum zeigt.

Eine mehr befriedigende Erklärung des Phänomens der Häutung hat schon Réaumur gegeben. Er sagte: „l'Ecrevisse se dépouille tous les ans par ce qu'elle croît et que son habit ne croît pas.“ Réaumur gründete diese Vermuthung auf eine von ihm gemachte Beobachtung. Er wies durch Messung nach, dass jeder Theil eines gehäuteten Krebses beträchtlich umfangreicher ist, als die Schale, die er verlassen hat, und machte auch auf die Häutung als eine allgemeine Eigenschaft des Arthropodenskelets aufmerksam. Man sieht aus der hierauf bezüglichen Stelle,[1]) dass schon Réaumur nicht nur die Häutung aus der

---

1) Mémoires de l'Académie des Sciences. 1718. S. 271: „On ne voit pas non plus qu'elle (la nouvelle écaille) augmente dans la suite en épaisseur; peut-être même ne croît elle plus en aucun autre sens et que de là vient que les Ecrevisses sont contraintes à muer tous les ans. Leur habit devient trop court et trop étroit; il les gêne, il faut qu'elles le quittent. Cette conjecture paraît fortifiée par une observation que j'ai faite. J'ai remarqué que chaque partie d'une Ecrevisse qui a mué depuis peu est considérablement plus grande en tout sens, que le fourreau qu'elle a quitté. J'ai mesuré des cornes ou antennes et des jambes et les fourreaux où les unes et les autres avaient été logées, et j'y ai trouvé une grande différence. J'ai trouvé qu'elles surpassaient au moins d'un cinquième la longueur de l'étui qu'elles avaient abandonné. Il s'ensuit que l'accroissement d'une Ecrevisse se fait assez lentement; car elle n'a crû dans chaque année que de ce que le volume de la nouvelle écaille surpasse celui de l'écaille qui a été quittée quelques jours auparavant. Au reste c'est une chose commune aux Ecrevisses avec quantité d'Insectes, de se dépouiller tous les ans, sans parler de la plupart des Insectes qui se métamorphosent, à qui il arrive même dans les états qui précèdent un changement de figure, de se dépouiller d'une peau. Les Araignées quittent leurs peaux et cette mue ressemble assez à celle des Ecrevisses. — Enfin s'il est sûr que la première peau, que l'épiderme de la plupart des animaux n'ait

Unfähigkeit der Chitinbedeckung, mit dem Körper zu wachsen, erklärt, sondern auch auf Grund dieser Erklärung die Häutung als einen Beweis dafür angesehen hat, dass jene Substanz keine Organisation besitze. Gemäss der damaligen Ansicht von der Bildung der Epidermis verglich er die Häutung der Arthropoden mit der beständigen Abschuppung einer Epidermis. Nachdem in der Epidermis ein Gewebe erkannt war, wurde Anfangs ein ähnliches in der Bedeckung der Arthropoden vermuthet.[1]) Wenn heutzutage ein Vergleich weder in diesem Sinne noch in dem ursprünglichen Réaumur's mehr zugegeben werden kann, so behält doch das, was Réaumur aus der totalen Häutung der Krebse geschlossen hat, seinen vollen Werth auch dann, wenn wir in Folge der mikroskopischen Untersuchung das Chitin nicht, wie die Epidermis, in Zellen zerlegen, sondern in seiner Bildung auf Zellen beziehen. Nennen wir es Extracellularsubstanz, Zellenhülle oder Zellenexcret, wir müssen es immer noch als der Häutung unterworfen, eines continuirlichen Wachsthums nicht fähig, von den mit den Zellen in organisirtem Verband stehenden, ein Gewebe bildenden Substanzen unterscheiden.

Wir finden also, dass die Chitinhaut eine Bildung eigenthümlicher Art ist, welche morphologisch von der Intercellularsubstanz eines Gewebes eben so bestimmt zu trennen ist, wie von einem blossen Secret oder einer accidentellen Cuticularbildung. Das Unterscheidende liegt, wenn wir zusammenfassen, darin, dass das Chitin als gemeinschaftliche, schichtweise gebildete Extracellularsubstanz eines das Körperparenchym allseitig begrenzenden Zellencomplexes an dem Gesammtbau des Körpers und der Structur einzelner Theile sich wesentlich betheiligt, ohne mit den Zellen, von denen seine Bildung abhängt, einen eigentlichen Texturverband einzugehen.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf den Gang der Untersuchung zurück. Sie hatte es zunächst mit der Bestimmung eines zweifelhaften Chitingebildes, der Chitinsehne, zu thun. Die Häutung, als das am meisten in die Augen fallende Phänomen, war es, wovon wir ausgingen. Die Häutung steht wieder in nothwendiger Beziehung einerseits dazu, dass das Chitin nur als Bekleidung freier Flächen auftritt und in's Innere des Leibes nur als Hohlgebilde und Dependenz der äusseren Bedeckung dringen kann, andererseits im Zusammenhang mit der eigenthümlichen Entstehung und dem eigenthümlichen Wachsthum, vermöge deren das Chitin nicht als parenchyma-

ait une organisation, qu'il ne soit qu'un suc épaissi comme le pensent tous les anatomistes; cet épiderme ne sçauroit croître, nous ne sçaurions croître nous mêmes, sans nous en dépouiller. Cette dépouille se fait par parties et non pas tout à la fois comme celle des Ecrevisses, parce que notre épiderme est plus mince et plus fragile que le leur."

1) Vergl. z. B. V. Carus. System der thier. Morphol. S. 93.

tische Substanz oder Gewebe auftreten kann. An die Beobachtung der Häutung reihte sich daher die Structur der Sehne als Hohlgebilde und Theil des Chitinskelets, sowie die genetische Uebereinstimmung des Chitins der Sehne mit dem der Schale nothwendig an. Insofern ist die Chitinsehne der beste Beleg dafür, wie alle die angeführten Grundeigenschaften des Chitins auf's Innigste verknüpft sind, keine derselben verloren gehen kann, so lange wir überhaupt ein ächtes Chitingebilde vor uns haben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechte Hälfte des Cephalothorax eines in der Häutung begriffenen Flusskrebses, dicht hinter der Mandibel durchgeschnitten und 6 mal vergrössert, um das Verhalten der Chitinsehne des Kiefermuskels bei der Häutung zu zeigen. Die Kinnlade ist aus ihrer alten Schale herausgezogen und damit die Sehne an ihrem alten Chitinskelet etwas zurückgestreift.

A Rückenschild unter Bildung einer Duplicatur in das den Kiefer tragende Integument der Bauchseite übergehend.
- a Alte Schale.
- a' Cutis mit neuer Schale.

B Mandibel von hinten gesehen.
- b Alte Schale derselben.
- b' Mandibel mit neuer Schale.

C Pinselförmige Sehne des Kiefermuskels.
- c Altes Chitinskelet.
- c' Sehne mit neuem Chitinskelet, das vorige röhrenförmig umfassend.

Beide c und c' trichterförmig in das alte und neue Integument der Bauchseite übergehend.

Man sieht an der ganzen Figur den continuirlichen Zusammenhang aller mit a, b, c, sowie aller mit a', b', c' bezeichneten Theile.

Fig. 2. Das ganze, in der vorigen Figur nur zum kleineren Theil sichtbare, pinselförmige Chitinskelet, wie es zur Zeit der Häutung aus der röhrenförmigen Sehne sich herausziehen lässt und im Zusammenhang mit der Schale abgeworfen wird; 12 mal vergrössert.

Fig. 3. Querschnitt durch den Schaft der in der Häutung begriffenen Sehne, 120 mal vergrössert.
- a Bindegewebige Umhüllung.
- b Chitinbildende Schicht, angedeutet.
- c Alte, in Falten gelegte Chitinröhre.
- c' Neue, noch fast glatte Chitinröhre.

Fig. 4. Ansatz eines Sehnenästchens an ein Muskelbündel, bei 300maliger Vergrösserung.
- a Bindegewebige Hülle, in das Sarkolemma sich fortsetzend, ausgekleidet von der
- b Chitinbildenden Schicht.
- c Endverzweigung einer Chitinröhre.

Nach unten sind die Schichten a und b entfernt. Chitin und chitinbildende Schicht hören bei f auf, während das Bindegewebe in das Sarkolemma sich fortsetzt.

Erwiederung auf die im Schlusshefte des Müller-schen Archivs gegen mich gerichtete Abhandlung E. Weber's über Muskelreizbarkeit.

Von

A. W. Volkmann.

Ich habe gegen die von E. Weber angestellten Muskelversuche ein Bedenken erhoben, welches für die Theorie der Muskelreizbarkeit zu wichtig ist, als dass die Frage über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit desselben auf die Dauer unentschieden bleiben dürfte.

Weber begründet seine Elasticitätslehre auf Versuche, in welchen er den lothrecht aufgehängten Muskel durch Anhängung eines Gewichts erst verlängert und dann reizt, um auf diese Weise zu ermitteln, welche Länge der thätige Muskel unter dem Einflusse einer bestimmten Zugkraft habe. Er behauptet, es sei gleichgültig, ob man, wie angegeben verfahre, oder ob man dem Muskel die dem Reize vorausgehende und unter den natürlichen Verhältnissen nicht vorkommende Reckung erspare.

Ich dagegen behaupte und glaube bewiesen zu haben, dass dies nicht gleichgültig sei. Wenn ich nämlich vergleichende Versuche anstelle, in denen ich einmal dem angehängten Gewicht gestatte, den Muskel vor Anwendung des Reizes zu dehnen und dadurch über sein natürliches Mass zu verlängern (*a* Methode), das andere Mal dagegen eine solche Dehnung mittels einer unter dem Gewichte angebrachten Stütze verhindere (*b* Methode), so erhalte ich für die Länge des verkürzten und belasteten Muskels constant verschiedene Werthe und zwar bei Anwendung der *b* Methode, welche die unnatürliche Reckung des Muskels vermeidet, constant kleinere.

Weber bietet nun alles auf, um diese, die Gültigkeit seiner Folgerungen wesentlich beschränkende Differenz, als nicht bestehend darzustellen. Ich will auf die Gründe, die er gegen die Zulässigkeit meiner bisherigen Versuche erhoben und meine ausführliche Erwiederung in Müller's Archiv 1858 S. 215 nicht zurückkommen, sondern nur auf die Einwürfe kurz antworten, die er mir in seinem letzten Aufsatze gemacht hat.

Weber glaubt einen neuen, tief eingreifenden Fehler meiner Versuche darin zu finden, dass ich den Muskel nicht durch Tetanisiren in gleichförmig fortdauernde Zusammenziehung, sondern durch einen Inductionsschlag in momentane Zuckung versetzt habe. Obschon ich die Behauptung, dass Zuckungsversuche in der von mir behandelten Frage unangemessen seien, entschieden in Abrede stelle, so will ich doch, um Weitläuftigkeiten zu vermeiden, von jeder Erörterung hierüber absehen, Erörterungen, welche nach Allem, was Helmholtz für das Verständniss der Zuckungscurve gethan, ohnehin überflüssig sein dürften. Dagegen ist hervorzuheben, dass ich die Muskeln nicht blos durch Inductionsschläge, sondern auch durch Tetanisiren gereizt habe (z. B. in allen meinen *c* und *e* Versuchen) und dass sich nicht blos in zuckenden, sondern auch in anhaltend contrahirten Muskeln die oben erörterte Differenz der *a* und *b* Methode sehr constant herausgestellt hat. Aber Weber will auch die Versuche, welche ich an tetanisirten Muskeln angestellt habe, nicht gelten lassen und zwar deshalb nicht, weil ich das Gewicht am unteren Ende des Muskels durch Binden befestigt und wahrscheinlich durch Einschnüren der Faserenden die Function der Fasern im Ganzen gestört habe.

Hiernach reducirt sich die Weber'sche Opposition auf den Vorwurf, dass ich das Gewicht in unzulässiger Weise am Muskel befestigt, ein Vorwurf, der entweder gar nicht zur Sache gehört, oder zu behaupten beabsichtigt, es sei der von mir wahrgenommene Längenunterschied der *a* und *b* Muskeln ein künstlicher und eben nur durch die fehlerhafte Befestigung der Gewichte hervorgerufener. Die Unhaltbarkeit eines solchen Einwurfs ergiebt sich sogleich, wenn man bedenkt, dass ich

unter allen Umständen, also bei Anwendung der *a* Methode eben so wohl als bei Benutzung der *b* Methode, das Gewicht durch Binden am Muskel befestigt hatte. Unmöglich kann das, was in den ursächlichen Bedingungen sich gleich ist, der Grund dessen sein, was in den Folgen sich ungleich ist. Vielmehr muss der Längenunterschied der *a* und *b* Muskeln von irgend welcher Verschiedenheit der Causalbedingungen abhängen, und da die *a* und *b* Versuche nur darin von einander abweichen, dass der eine Muskel durch das ihm angebundene Gewicht eine Reckung erfahren, der andere dagegen nicht, so kann auch jener Längenunterschied nur hierauf bezogen werden.

So einleuchtend dies ist, so habe ich doch den Einwurf Weber's noch einer experimentellen Prüfung unterwerfen wollen. Im Nachstehenden theile ich ein Paar Versuchsreihen mit, in welchen die Muskeln tetanisirt und die Gewichte an denselben durch einen Haken befestigt wurden.

Versuchsreihe I.

Die Versuche werden am Zungenmuskel des Frosches angestellt, nachdem derselbe an seiner Eintrittsstelle in die Zunge abgeschnitten worden ist. Am oberen Ende ist derselbe mittels der Glottis aufgehangen und durch das untere Ende ist der eine Schenkel eines Sförmigen Hakens geführt, dessen zweiter Schenkel zum Anhängen des Gewichtes dient. Nachdem diese Vorbereitungsmassregeln getroffen worden, stellte ich Reizversuche an, theils am unbelasteten Muskel, theils am belasteten, und zwar die am belasteten abwechselnd nach der *a* und *b* Methode, um die Wirkungen beider vergleichen zu können. Als elektrische Apparate benutzte ich ein Bunsen'sches Element und den Schlitten von du Bois. — In nachstehender Tabelle finden sich unter der Rubrik „Versuchsmethode" diejenigen Versuche, welche am unbelasteten Muskel angestellt wurden, mit *u* bezeichnet.

Versuch	Versuchs-methode	Belastung	Länge des Muskels ruhend	Länge des Muskels thätig
		Grm.	Mm.	Mm.
1	*u*	0	28,7	9,5
2	*b*	10	28,8	17,3
3	*a*	10	40,1	22,9
4	*b*	10	28,2	20,5
5	*u*	0	27,9	13,2
6	*b*	10	28,3	21,9
7	*a*	10	40,0	28,0
8	*b*	10	28,4	24,8
9	*u*	0	28,0	13,3
10	*b*	10	27,7	26,6
11	*a*	10	41,2	35,2
12	*b*	10	28,7	27,9
13	*u*	0	28,2	15,0
14	*b*	5	29,0	25,1
15	*a*	5	38,5	29,0
16	*b*	5	28,7	26,3
17	*u*	0	27,8	15,8
18	*b*	5	28,2	26,5
19	*a*	5	38,0	31,0
20	*b*	5	28,3	27,5
21	*u*	0	28,3	17,3

Nach Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse kommt man auf folgende Werthe:

Berechnung der Versuchsreihe I.

Ermüdungsstufe der Versuche	Länge des thätigen Muskels unbelastet	Länge des thätigen Muskels *b* Methode	Länge des thätigen Muskels *a* Methode
	Mm.	Mm.	Mm.
3	11,35	18,90	22,9
7	13,25	23,35	28,0
11	14,15	27,25	35,2
15	15,40	25,7	29,0
19	16,55	27,0	31,0
im Mittel:	14,16	24,45	29,22

Es ist also der Einfluss der Versuchsmethode auf die Länge des belasteten thätigen Muskels, trotz der Anwendung des Weber'schen Hakens ein sehr auffälliger. Auch ist zur Nachweisung desselben die Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse nicht nothwendig. Man braucht nur die Länge, welche der Muskel in einem *b* Versuche hat, mit der Länge zu vergleichen, welche er in einem unmittelbar vorhergehenden *a* Versuche hatte, so findet man, dass der *b* Muskel jedes Mal der kürzere ist. Diese grössere Kürze des *b* Muskels hat aber zu Gunsten meiner Behauptung doppelte Beweiskraft, weil eben in Folge der Ermüdungseinflüsse die Länge desselben grösser als die des *a* Muskels sein sollte.

Versuchsreihe II.

Die Versuche sind wieder am M. hyoglossus des Frosches und genau unter denselben Bedingungen wie in der vorigen Reihe angestellt worden.

Versuch	Versuchsmethode	Belastung	Länge des Muskels	
			ruhend	thätig
		Grm.	Mm.	Mm.
1	*u*	0	28,0	10
2	*b*	10	28,3	15,9
3	*a*	10	34,8	18,05
4	*b*	10	29,0	17,25
5	*u*	0	28,3	11,8
6	*b*	10	28,5	17,8
7	*a*	10	35,25	19,95
8	*b*	10	28,5	19,3
9	*u*	0	28,1	12,9
10	*b*	10	28,1	19,4
11	*a*	10	35,6	21,8
12	*b*	10	28,35	20,95
13	*u*	0	27,75	14,25
14	*b*	10	28,0	22,5
15	*a*	10	35,5	29,6
16	*b*	10	28,4	25,3
17	*u*	0	28,1	15,3

Versuch	Versuchs-methode	Belastung	Länge des Muskels	
			ruhend	thätig
		Grm.	Mm.	Mm.
18	*b*	10	28,5	27,1
19	*a*	10	35,5	32,4
20	*b*	10	28,8	28,5
21	*u*	0	28,0	17,1
22	*b*	5	28,75	25,4
23	*a*	5	34,25	30,25
24	*b*	5	28,9	26,9
25	*u*	0	28,5	17,75
26	*b*	5	29,0	27,6
27	*a*	5	34,2	31,5
28	*b*	5	29,5	28,5
29	*u*	0	29,7	20,1

Nach Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse erhält man folgende Werthe:

Ermüdungsstufe im Versuch	Länge des thätigen Muskels		
	unbelastet	*b* Methode	*a* Methode
	Mm.	Mm.	Mm.
3	10,90	16,58	18,05
7	12,35	18,55	19,95
11	13,58	20,18	21,80
15	14,78	23,90	29,60
19	16,20	27,80	32,40
23	17,43	26,15	30,25
27	18,93	28,10	31,50
im Mittel:	14,88	23,04	26,21

Vorstehende Versuche bestätigen die früher von mir angestellten vollständig und beweisen also, dass der Längenunterschied der *a* und *b* Muskeln, dessen constantes Dasein ich nicht blos mittels flüchtiger, sondern auch mittels anhaltender Reize gefunden, durch mein Anbinden der Gewichte am untersten Muskelende nicht hervorgebracht worden war. Da dieser Nachweis wohl nur Wenigen unerwartet kommen dürfte, so

unterlasse ich es, von den vielen entsprechenden Versuchen die ich angestellt habe, noch mehrere vorzulegen, und gehe zur Beschreibung einer Versuchsreihe von weiter reichendem Interesse über.

Versuchsreihe III.

Die zum Versuche benutzten Muskeln sind diesmal nicht die von Weber empfohlenen Hyoglossi, sondern die Geniohyoidei des Frosches. Die Muskeln werden so präparirt, dass sie einerseits mit dem Zungenbeine und durch dieses mit dem Kehlkopfe, andererseits mit der Symphyse der beiden Unterkieferstücken in Verbindung bleiben. Sie werden also nicht, wie die Hyoglossi an der Zungenwurzel, durchgeschnitten, was den contractilen Fasern kaum förderlicher sein dürfte als das verpönte Anbinden der Gewichte, und gewähren für die Befestigung des Muskels am Myographion geeignete Haltpunkte. Die Glottis dient nämlich zum Aufhängen des Präparates, wie bei Weber, während das Gewicht (in den nachstehenden Versuchen = 15 Gramm) mittels eines Hakens, welchen ich zwischen den beiden Geniohyoideis hindurchführe, an dem Kinnstück des Unterkiefers angehangen wird. Auf diese Weise wird nicht nur jede Verletzung des Muskels vermieden, sondern auch dafür gesorgt, dass alle Bündel desselben mit gleicher Kraft vom Gewicht gedehnt werden und ihrerseits dasselbe mit gleicher Kraft emporheben.[1])

Ich mache nun *a* und *b* Versuche am tetanisirten Muskel und benutze das Kymographion zum Aufzeichnen der Muskel-

---

1) Dass Weber bei Anwendung seines Hakens an die ungleichmässige Spannung der Muskelbündel nicht gedacht, ist auffallend und zwar um so mehr, als der Hyoglossus, mit welchem er operirte, aus zwei besonderen, nur lose verbundenen Bäuchen besteht. In fünf Versuchen, unter sechs, welche ich ebenfalls mit dem Zungenmuskel anstellte, ergab sich, dass die Leistungsfähigkeit desselben beim Anhaken des Gewichtes merklich geringer ausfiel, als beim Anbinden! Werden die Muskelkräfte durch das Anbinden der Gewichte geschwächt, so werden sie durch das Anhaken derselben nur theilweise ausgenutzt, und allem Anschein nach ist der Kraftverlust in letzterem Falle grösser als in ersterem.

curven. Von den beiden in Vergleich zu stellenden Versuchen stelle ich den nach der *a* Methode zuerst an, den nach der *b* Methode zu zweit, und zwar in der Weise, dass ich das Punctum fixum des Muskels, also die Glottis, während der Parallelversuche nicht verändere. Da nun der *a* Muskel durch das angehängte Gewicht verlängert wird, der *b* Muskel dagegen nicht, so ist begreiflich, dass die *a* Curve tiefer unten am Cylinder des Kymographions, die *b* Curve umgekehrt höher oben beginnen muss. Beide Curven sind also von vorn herein getrennt, müssen aber, wenn Weber's Behauptung richtig ist, in ihren Scheitelpunkten zusammenfliessen, oder vielmehr schliesslich sich kreuzen. Denn da die *b* Curve, als die zu zweit gezogene, von der Ermüdung stärker influenzirt ist, und da die Längen der thätigen Muskeln mit der Ermüdung wachsen, so muss die *b* Curve im Maximum der Contraction tiefer stehen als die *a* Curve.

Die nachstehenden Versuche genügen diesen Anforderungen durchaus nicht, denn die *b* Curve bleibt trotz der grösseren Ermüdungseinflüsse beständig über der *a* Curve. Dagegen bestätigen die Curven die Richtigkeit meiner Behauptung in einer Weise, die alle noch übrigen Zweifel beseitigen dürfte. Sie sind deshalb so werthvoll, weil sie nicht blos das Endresultat der contractilen Bewegung, sondern den gesammten Bewegungsvorgang im Verlaufe der Zeit kennen lehren. Wir werden die Länge des thätigen Muskels nicht blos im Maximum der Verkürzung, d. h. also am Schlusse der Contractionsperiode messen, sondern wir werden sie auch während der Dauer derselben, an verschiedenen Punkten der Curve bestimmen. Natürlich steht die Länge, welche der Muskel im Momente der grössten Verkürzung annimmt, in einem gesetzlichen Zusammenhange mit sämmtlichen Längenveränderungen, die im Verlaufe der Zeit zu Stande kommen, und folglich entscheidet auch die Gesammtheit der Längenmessungen im Ablaufe der Contractionsperiode über die Glaubwürdigkeit der einen Messung im Maximum der Verkürzung.

Das Ergebniss meiner Versuche ist in nachstehender Tabelle enthalten, zu deren Verständniss ich Folgendes bemerke.

Die Tabelle enthält 10 senkrechte Columnen. Die erste derselben bezeichnet die Nummer des Versuches, die zweite die in Anwendung genommene Versuchsmethode, die 8 letzten aber geben darüber Aufschluss, wie sich die Länge des Muskels im Verlaufe der Zeit und zwar in gleichen Intervallen von $1/2$ Secunde verändert haben. Als Masseinheit ist auch hier das Millimeter benutzt worden.

Versuch	Methode	Angabe der Muskellängen für die Zeitabschnitte							
		0″	0,5″	1,0″	1,5″	2″	2,5″	3″	3,5″
1	*a*	39,25	23,75	22,15	21,55	21,25	21,15	20,95	20,90
2	*b*	31,25	20,00	19,55	19,40	19,40	19,40	19,35	19,35
3	*a*	39,25	26,85	24,95	24,55	24,25	23,95	23,85	23,90
4	*b*	31,25	21,55	20,75	20,75	20,75	20,75	20,85	21,00
5	*a*	39,25	28,45	26,70	26,10	25,75	25,75	25,75	25,75
6	*b*	31,75	23,55	22,80	22,75	22,75	22,75	22,75	22,75
7	*a*	39,25	29,90	28,25	27,70	27,55	27,50	27,50	27,50
8	*b*	31,95	25,00	24,25	24,25	24,25	24,25	24,25	24,25
9	*a*	39,25	31,25	29,70	29,25	29,05	28,95	29,00	
10	*b*	33,85	27,65	26,50	26,25	26,25	26,20	26,25	

Die Tabelle lehrt unmittelbar, dass der *a* Muskel im Maximum der Contraction merklich länger ist, als der *b* Muskel im nächstfolgenden Versuche, eine Thatsache, die bei den ansehnlichen Ermüdungseinflüssen doppelt in's Gewicht fällt. Untersuchen wir jetzt, wie diese vorwiegende Länge des *a* Muskels zu dem gesetzlichen Gange der Curven passe.

Subtrahirt man die Länge des *b* Muskels in einem gegebenen Zeitmomente von der Länge des *a* Muskels in demselben Zeitmomente, so erhält man den Längenunterschied beider $= u$, welcher nach Weber im Verlaufe der Muskelcontraction ausgeglichen werden soll, und welcher also mit der Zeit immer kleiner werden müsste. Bezeichnen wir den grösseren Längenunterschied in einem ersten Zeitmomente mit u, und den kleineren im zweiten Zeitmomente mit u', so erfahren wir durch die Subtraction $u - u'$ wie viel die Differenz in einem gegebenen Zeitintervall kleiner geworden. Sei nun $u - u' = d$, so belehrt

uns der Bruch $\frac{d}{u}$, um den wie vielsten Theil die zwischen dem a und b Muskel bestehende Längendifferenz im Verlaufe von 0,5″ geringer geworden. So lange also $\frac{d}{u}$ ein echter Bruch bleibt, ist der Längenunterschied der beiden Muskeln nur theilweise beseitigt. Erst wenn die theilweise Beseitigung eine vollständige, also $\frac{d}{u} = 1$ wird, werden die ungleichen Längen zu gleichen. Hieraus folgt: dass die Ausgleichung des Längenunterschiedes, welcher zwischen dem a und b Muskel anfänglich besteht, nur dann möglich ist, wenn der Bruch $\frac{d}{u}$ im Ablaufe der Zeit immer grösser wird. Mit Rücksicht hierauf habe ich die Erfahrungen der dritten Versuchsreihe zu einer Berechnung der Brüche $\frac{d}{u}$ benutzt und die gefundenen Werthe in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Versuch	Angabe der Zeiten für die Werthe der Brüche						
	0″–0,5″	0,5″–1″	1″–1,5″	1,5″–2″	2″–2,5″	2,5″–3″	3″–3,5″
1 und 2	0,531	0,307	0,173	0,139	0,054	0,086	0,031
3 und 4	0,337	0,208	0,095	0,079	0,086	0,063	0,033
5 und 6	0.347	0,204	0,141	0,104	0,00	0,00	0,00
7 und 8	0,329	0,184	0,138	0,043	0,015	0,00	0,00
9 und 10	0,333	0,111	0,062	0,066	0,017	0,00	0,00

Der Bruch $\frac{d}{u}$ wird also im Ablaufe der Zeit nicht grösser, sondern kleiner, und ist die Abnahme desselben so constant und bedeutend, dass die Vermuthung, sie sei eine zufällige, um so weniger aufkommen kann, als ich bei Wiederholung des Versuches ganz entsprechende Resultate erhielt. Mit dieser Erfahrung ist die Behauptung Weber's: der Längenunterschied des ruhenden a und b Muskels werde durch Anwendung anhaltender Reize ausgeglichen, nicht vereinbar.

Es ist also eine vollkommen gesicherte Thatsache, dass im Maximum der Contraction die Länge des a Muskels grösser ist, als die Länge des b Muskels, mag man flüchtig reizen oder anhaltend, mag man das Gewicht

anbinden oder anhaken. Nur sind die Längenunterschiede zwischen den *a* und *b* Muskeln bei Anwendung anhaltender Reize merklich geringer und unter ungünstigen Umständen bisweilen so unbedeutend, dass sie sich hinter den Versuchsfehlern verstecken, ein Fall der meinem Gegner in einer nur aus sehr wenigen Fällen bestehenden Versuchsreihe (beiläufig der einzigen, die er zu Gunsten seiner Ansicht aufzuweisen hat) zufälliger Weise vorgekommen ist.

Weber begnügt sich nun nicht damit, die Gültigkeit der von mir angestellten Versuche in Abrede zu stellen, sondern kommt schliesslich zu dem Klimax, dass sie die Richtigkeit seiner Angaben evident bestätigen. Er hält es daher auch für überflüssig, die einzige, wegen der geringen Anzahl der Beobachtungen unzureichende und wegen nachweislicher Irrungen verdächtige Versuchsreihe, mit welcher er früher gegen mich zu Felde gezogen, auch nur um eine zu vermehren, und stützt sich lediglich auf meine Versuche. So gern ich meinem Gegner in diesem Theile seiner Opposition Schritt für Schritt folgen möchte, so glaube ich doch im Interesse des Lesers mich auf einige sehr kurze Andeutungen beschränken zu müssen. Ich halte mich also an den stark accentuirten Schluss der Kritik, in welchem ausgeführt wird, dass von meinen 14 langen Versuchsreihen nur die zweite Hälfte der letzten brauchbar sei, indem ich nur in dieser tetanisirt und gleichzeitig das Gewicht durch einen Haken am Muskel befestigt habe, und dass diese allein zulässigen Versuche die Weber'sche Lehre bestätigen. — Hierzu bemerke ich:

1) Die zweite Hälfte meiner 14. Versuchsreihe beweist, dass die Längen der belasteten und gereizten Muskeln, je nach Anwendung der *a* und *b* Methode verschiedene Werthe annehmen, nämlich bei Anwendung der letzteren kleinere.[1] Demnach bestätigt die zweite Hälfte der 14. Versuchsreihe nichts anderes als meine Behauptung. Die Art, wie Weber die-

[1] In der Tabelle, welche Weber S. 517 vorlegt, ist dies Verhältniss höchst sinnstörend umgekehrt worden, indem unter der Rubrik der *a* Muskeln die kleinen Längen statt der grossen eingetragen sind.

selbe zu seinen Gunsten auszubeuten sucht, ist die, dass er die kleineren Längen der *b* Muskeln von den grösseren der *a* Muskeln subtrahirt und auf die Kleinheit der absoluten Unterschiede aufmerksam macht! Als ob es sich um die Grösse der Unterschiede und nicht vielmehr darum handelte, ob überhaupt Unterschiede da sind, welche durch die Gleichheit ihrer Richtung auf das Vorhandensein einer constanten und deshalb beachtenswerthen Ursache bestimmt hinweisen? Dass die in Frage stehenden Längenunterschiede in den an sich kleinen und in Folge des Tetanisirens noch stark verkürzten Froschmuskelchen absolut genommen keine grossen sein können, versteht sich von selbst, aber eben weil es sich nur um die relativen Grössen handeln konnte, hatte ich in meiner Abhandlung die Verhältnisse der Längen berechnet. Hierzu sagt Weber: „da bei diesen Betrachtungen die Differenzen, nicht die geometrischen Verhältnisse der *a* und *b* Mnskeln, welche Volkmann in seiner Tabelle gegeben hat, in Betracht kommen, so habe ich erstere diesen letzteren substituirt." — Das Unzulässige dieser Substitution liegt auf der Hand.

2) Fällt das Gewicht der Weber'schen Betrachtung dadurch in Nichts zusammen, dass er sich über die Art und Weise, wie ich den 14. Versuch angestellt habe, getäuscht hat. Ich befestige das Gewicht am Muskel immer durch eine Ligatur, weil nur dadurch Sicherheit gegeben ist, dass alle Bündel desselben gleichmässig zur Wirkung kommen. Nur im 12. und 13. Versuche habe ich ausnahmsweise mein gewöhnliches Verfahren aufgegeben, weil ich an einem und demselben Muskel und in continuirlich wechselnden Versuchen gegen Weber zeigen wollte, dass die Differenzen der *a* und *b* Methode nicht blos eintreten, wenn man das Gewicht nahe an der Spitze der Zunge befestigt, wie ich gethan, sondern auch, wenn man es unfern der Zungenwurzel anbringt, was mein Gegner als Grundbedingung eines gültigen Versuchs aufgestellt hatte.

Unter diesen Umständen war die Anbindung des Gewichtes auf der Seite der Zungenwurzel nicht möglich, da sie den functionellen Zusammenhang der oberen und unteren Hälfte des Muskels vernichtet haben würde. Nachdem ich bei Beschrei-

bung des ersten und zweiten Versuches angegeben, dass ich den Muskel am Federhalter anbände (a. a. O. S. 227 und 231), hielt ich es für ausreichend, im 12. und 13. Versuche zu bemerken, dass ich in diesen beiden Fällen mich des Weber'schen Hakens bedienen würde, ohne im 14. Versuch ausdrücklich anzuführen, dass ich nach Erreichung meiner speciellen Zwecke zu der im Allgemeinen benutzten, unstreitig zweckmässigeren Versuchsmethode zurückkehren würde.

Kurz ich habe im 14. Versuche das Gewicht nicht durch einen Haken am Muskel befestigt, wie Weber S. 545 vermuthet, S. 547 und 552 als Thatsache hinstellt und bei Begründung seiner Folgerungen als Gegebenes voraussetzt.

In Folge dieses Missverständnisses beweist Weber aus meiner 14. Versuchsreihe, in welcher ich den angeblich einflussreichen Fehler, das Gewicht anzubinden, statt es anzuhaken, wirklich gemacht habe, dass Versuche, wenn sie nur fehlerfrei durchgeführt werden, die von ihm aufgestellten Behauptungen evident bestätigen.

An den Beweis, dass die mit *a* und *b* bezeichneten Versuchsmethoden die Längen der thätigen Muskeln allerdings beeinflussen, schliesst sich die Frage nach den Ursachen dieses Einflusses. Ich glaube hierüber einige Aufschlüsse geben zu können, welche für die Lehre der Muskelreizbarkeit ein allgemeineres Interesse haben.

Die Länge des belasteten Muskels im Maximum der Contraction ist der Effect zweier Bewegungen, einer contractilen, in Folge des Reizes, und einer expansiven, in Folge der Belastung. Es könnte nun scheinen, die Länge des Muskels müsste bei anhaltendem Reize einen von der *a* und *b* Methode unabhängigen, bestimmten Werth haben, einen Werth nämlich, welcher gegeben ist durch die Länge, welche der unbelastete Muskel unter dem Einflusse eines constanten Reizes, als den Grenzwerth der Verkürzung, annimmt; und durch die Verlängerung, welche die contrahirte Faser dadurch erfährt, dass ein ihr anhängendes Gewicht sie um ein gewisses, den elastischen Kräften entsprechendes Mass ausdehnt. Aber die Verhältnisse sind doch andere, indem sowohl jene vom Reiz bedingte Länge, als

diese durch das Gewicht bewirkte Dehnung wieder abhängig von der Zeit sind.

Um von der letzten Function zuerst zu sprechen, so hatte schon Weber darauf hingewiesen, dass die Dehnbarkeit des Muskels unter dem Einflusse der Erregung wachse und die von mir gezogenen Muskelcurven beweisen, dass diese Veränderung der Dehnbarkeit in tetanisirten Muskeln nicht plötzlich, sondern allmählig und verhältnissmässig langsam zu Stande komme. In Folge dieses Umstandes wird die vom Gewichte bedingte Expansion der Fasern mit der Zeit immer ansehnlicher, und indem die Zuwüchse der Dehnung weit über die zeitlichen Grenzen der Contractionsperiode des Muskels hinausreichen, muss die Summe dieser Zuwüchse mit der Dauer der Contraction nothwendig wachsen. Nun braucht aber der *a* Muskel zur Durchführung der Contraction mehr Zeit als der *b* Muskel und muss daher im Maximum der Contraction auch mehr gedehnt sein. — Dass aber der *a* Muskel mehr Zeit brauche als der *b* Muskel, ergiebt sich aus den von mir gezogenen Curven mit grösster Bestimmtheit. Die zum Maximum contractionis gehörigen Abscissen haben im *a* Muskel immer höhere Werthe als im *b* Muskel, ein Verhältniss, welches auch in der oben mitgetheilten Versuchsreihe III. sich deutlich ausspricht.

Betrachtet man die Länge eines belasteten thätigen Muskels als eine zweigliederige Grösse $= \lambda + \delta$, wo dann λ die vom Reize geforderte Länge des unbelasteten Muskels (nach Weber die natürliche Länge des thätigen Muskels) und δ die von der Zugkraft bedingte Verlängerung bezeichnet, so wäre mit Vorstehendem erwiesen, dass δ im *a* Muskel grösser als im *b* Muskel ist, und bliebe nur noch zu untersuchen, wie sich der Werth λ in beiden gestaltet.

Bekanntlich hat Weber die Verkürzung, welche ein Muskel unter dem Einflusse eines anhaltenden Reizes erfährt, mit derjenigen eines elastischen Körpers z. B. eines Eisendrahtes unter der Einwirkung einer constanten Kälte verglichen, und angenommen, dass in beiden Fällen die Formveränderung durch die elastischen Kräfte vermittelt werde. Diese Ansicht hat viel für sich, nur ist zu beachten, dass zwar der Draht unter

dem Einflusse einer constanten Kälte, nicht aber der Muskel unter der Einwirkung eines constanten Reizes eine Grösse von bestimmtem Werthe annimmt. Derselbe Reiz, welcher die Verkürzung des Muskels veranlasst, zieht chemische Veränderungen nach sich, welche den Contractionsvorgang alsbald schwächen und schliesslich ganz aufheben. Bei Anwendung der *a* Methode müssen die Nachtheile zu langer Reizung sich geltend machen. Denn das Beseitigen der Reckung, welche der *a* Muskel erlitten, kostet Kräfte, und erst von dem Momente an, wo der Muskel die Länge wieder gewonnen, die er von vorn herein schon hatte, kann die Wirkung des Reizes dem Zwecke der Verkürzung zu Gute kommen. Unter diesen Umständen ist eine gewisse, von der *a* Methode ausgehende Beeinträchtigung der Contraction ganz unvermeidlich und kann nur fraglich sein, ob sie den Werth λ, d. h. die Länge des unbelasteten thätigen Muskels in merklicher Weise ändere?

Bei Ausmessung der in Versuchsreihe III. gegebenen Curven hat sich bereits gefunden, wie viel Zeit der tetanisirte *a* Muskel bedarf, um seine durch Dehnung vergrösserte Länge auf deren ursprüngliches Mass zurück zu führen, nämlich:

in Versuch 1:	0,107	Secunden
„ „ 3:	0,177	„
„ „ 5:	0,194	„
„ „ 7:	0,243	„
„ „ 9:	0,175	„
im Mittel:	0,179	Secunden.

Es kommt also nur darauf an, am unbelasteten Muskel zu untersuchen, ob eine Erregung, welche 0,179″ anhält, ohne die Verkürzung zu fördern, die Wirkung eines constanten Reizes beeinträchtige? Um hierüber Aufschluss zu bekommen, experimentirte ich in folgender Weise:

Ich verhinderte die Verkürzung des tetanisirten Muskels zeitweilig dadurch, dass ich den an seinem unteren Ende angebundenen Federhalter durch eine Klemme fixirte, welche nach dem Princip der chirurgischen Compressionspincetten gearbeitet war. Ein Druck auf die federnden Schenkel der Pincette öffnete diese und gestattete dem Muskel die bis dahin verhinderte

Verkürzung auszuführen. — Weiter ist an meinem Myographion der Apparat angebracht, mit Hülfe dessen Helmholtz die Dauer der latenten Reizung zu bestimmen lehrte, und ich kann also auch die Dauer der Stromwirkung, welche für den Contractionsact nutzlos verloren geht, genau messen. Um den Einfluss, welchen die zeitweilige Hemmung des tetanisirten Muskels auf den Werth λ asuübt, beurtheilen zu können, mussten Versuche mit Hemmung und ohne Hemmung abwechselnd angestellt werden. Denn nur dadurch, dass jeder Versuch mit Hemmung eingeschlossen war von zwei Versuchen ohne Hemmung, liessen sich die Ermüdungseinflüsse ausgleichen, welche in jeder Versuchsreihe fortschreitend zunehmen und eine unmittelbare Vergleichung zeitlich verschiedener Fälle nicht zulassen.

In nachstehender Tabelle ist die Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse, in so weit dieselben von der Reihefolge der Versuche abhängen, schon ausgeführt. Ich bezeichne mit λ die Länge des thätigen Muskels, wenn die Contraction keine vorläufige Hemmung und also auch keine vermeidbare Abschwächung erlitten, mit λ' dagegen die Länge desselben, wo der eine wie der andere dieser Umstände allerdings stattgefunden, und mit t die Dauer der Zeit, während welcher der Reiz wirkte, ehe noch die Verkürzung des Muskels ihren Anfang nahm. — Nicht unbemerkt bleibe, dass der Zungenmuskel des Frosches, mit welchem ich operirte, eine Länge von 27 Millim. besass.

	Länge des unbelasteten thätigen Muskels		
Ermüdungsstufe	λ	λ'	t
I.	8,6 Mm.	9,5 Mm.	0,094 Sec.
II.	8,9 „	9,3 „	0,108 „
III.	10,02 „	11,0 „	0,402 „
IV.	11,2 „	11,5 „	0,162 „
V.	12,75 „	13,7 „	0,302 „
im Mittel	10,29 Mm.	11,0 Mm.	0,211 Sec.

Man sieht hieraus, dass auch ein sehr wenig anhaltender Reiz, nämlich ein 0,211″ fortgesetztes Tetanisiren den Muskel ermüde und durch Abschwächung der contractilen Kräfte eine grössere Länge desselben im Momente der schliesslichen Ver-

kürzung bedinge. Indem nun die *a* Methode es mit sich bringt, dass der Muskel ungefähr eben so lange, genauer während 0,179", tetanisirt wird, bevor er die ihm ursprünglich zukommende Länge wieder gewinnt, muss annäherungsweise dieselbe Ermüdung und in Folge dieser dieselbe Beschränkung des Contractionsvorganges zu Stande kommen.

Wenn man also die Länge des thätigen Muskels als eine zweigliederige Grösse $= \lambda + \delta$ auffasst, so ist der Werth derselben im *a* Muskel deshalb grösser als im *b* Muskel, weil δ durch die längere Einwirkung der Zugkraft und λ durch Beschränkung der Contraction, in Folge der Ermüdung, eine Vergrösserung erfahren hat.

Nach allem Mitgetheilten bleibt es dabei, dass die mit *a* und *b* bezeichneten Versuchsmethoden nicht zu gleichen Resultaten führen. Indem nun Weber in seinen Versuchen ausschliesslich die erste Methode benutzte, d. h. den Muskel vor der Reizung einer gewaltsamen Reckung aussetzte, so sind die Resultate, zu welchen er gelangte, nicht geeignet, über die Dehnbarkeit und die elastischen Kräfte solcher Muskeln, welche, wie die in ihren natürlichen Verhältnissen befindlichen, keine Reckung erfahren, Aufschlüsse zu geben.

Ueber das Vorkommen eines einzigen Hodens bei *Centropus medius* Müll. und *Centropus affinis* Horsf.

Von

Dr. H. A. Bernstein
in Gadok auf Java.

(Hierzu Taf. IV.)

Von der bei den Wirbelthieren geltenden Regel, betreffend das Vorkommen zweier Hoden, war bisher nur eine Ausnahme bekannt. Unter den Fischen nämlich zeichnen sich, den

Untersuchungen Joh. Müller's zu Folge, die Myxinoiden (*Hyperotrita* Müll.) durch die Entwickelung von nur einem, in eine lange Bauchfellfalte an der rechten Seite des Darmgekröses gelegenen Testikel aus. Dieser einen Ausnahme kann ich eine zweite hinzufügen. Bei den beiden Java'schen Arten der Gattung *Centropus* ist nämlich ebenfalls nur der rechte Hoden vorhanden, wovon ich mich durch wiederholte an 13 Individuen von *Centropus affinis* und einem *C. medius* vorgenommene Untersuchungen überzeugt habe. Es ist daher hier nicht die Rede von einer zufälligen, individuellen Missbildung, sondern von einer den genannten Vögeln eigenthümlichen Anomalie.

Bei beiden Arten befindet sich der Hode auf der rechten Seite der Vena cava inferior und bedeckt im Zustande seiner höchsten Entwicklung die obere Hälfte der rechten Niere. Bei *C. affinis* ist er rundlich oval, 13 Mm. lang und 11 Mm. dick; bei dem etwas grösseren *C. medius* dagegen fand ich ihn länglich oval, 16 Mm. lang und 9 Mm. dick. An seinem hinteren Rande, etwas nach innen zu, befindet sich der schmale, längliche Nebenhode, welcher an seinem unteren Ende, am unteren Rande des Hodens, in das Vas deferens übergeht. Dieses ist an seinem Ursprunge von verhältnissmässig bedeutender Stärke und zeigt hier ausserdem verschiedene Anschwellungen. Es läuft längs der inneren Seite des rechten Harnleiters und mit diesem durch Zellgewebe verbunden über die Vorderfläche der rechten Niere, tritt an dem unteren Rande derselben über ersteren hin und wendet sich nun ausserhalb, d. h. rechts und in einigem Abstande von demselben zur Cloake hin. Sein Ende zeigt wiederum mehrfache Windungen, sowie unmittelbar an der Stelle, wo er durch die Wand der Cloake hindurchtritt, eine kleine Anschwellung, welche jedoch, wie sich bei näherer Untersuchung zeigte, ebenfalls durch einige Windungen des Samenleiters gebildet ist.

Der linke Hode fehlt gänzlich. Dagegen ist ein, obschon im Verhältniss zum rechten nur unvollkommen entwickelter linker Samenleiter vorhanden, dessen Abdominalende kolbig aufgetrieben ist und sich dicht an die linke Nebenniere anlegt.

Die Papillen, mit welchen die Samenleiter in die Cloake

münden, sind von ansehnlicher Grösse. Bei *C. affinis* ist die rechte 9,5 Mm. lang und an ihrer Basis 3 Mm. breit, die linke dagegen nur 6 Mm. lang und 2 Mm. breit. Bei dem einzigen von mir untersuchten *C. medius* fand ich diese Papillen etwas kleiner, nämlich die rechte nur 6 Mm. lang und 2 Mm. breit, die linke dagegen 4,5 Mm. lang und 1,5 Mm. breit; möglich, dass sie noch nicht ihre höchste Entwickelung erreicht hatten. Erwähnenswerth dürfte noch der Umstand sein, dass ich im rechten Samenleiter, zumal in den Windungen in der Nähe der Cloake stets Samenkörperchen in Menge gefunden habe, im linken dagegen — wie bei dem Fehlen des Hodens zu erwarten war — niemals. Alle von mir untersuchten Individuen waren in der Brutzeit gefangen und befanden sich daher ihre Geschlechtstheile mehr oder weniger im Zustande der höchsten Entwickelung.

Bei dieser abweichenden und merkwürdigen Bildung der männlichen Genitalien war ich verlangend ein Weibchen zu untersuchen. Doch bei aller Mühe, die ich mir gab, wollte es mir lange nicht glücken, ein solches zu erhalten, was mich um so mehr wunderte, als beinahe alle von mir untersuchten Individuen dieser versteckt lebenden Vögel am Neste gefangen oder geschossen, und doch alle Männchen waren. Dies gab mir Veranlassung zu der interessanten Entdeckung, dass bei diesen Thieren, gegen die Gewohnheit der meisten Vögel, die Männchen, wenigstens über Tag, das Brütgeschäft besorgen. Welchen Antheil die Weibchen daran nehmen, ob diese vielleicht bei Nacht brüten, habe ich noch nicht beobachten können. Bei Tag fand ich, wie gesagt, stets das Männchen brütend, während das einzige, endlich in meine Hände gekommene Weibchen, des Morgens früh in einer am Neste aufgestellten Schlinge gefangen war.

In meiner Erwartung, dass vielleicht auch die weiblichen Geschlechtstheile etwas besonderes darbieten möchten, sah ich mich jedoch getäuscht. Wie beinahe bei allen Vögeln, fand ich auch bei dem von mir untersuchten weiblichen *C. affinis* nur den linken Eierstock entwickelt, welcher sich gerade in der Periode seiner höchsten Entwickelung befand und daher gegen

18 Mm. lang und 10 Mm. breit war. Das Ostium abdominale des Eileiters, welches eine trichterförmige Gestalt hat, fand ich offen, so dass ich ohne Mühe eine Sonde tief in den Eileiter einbringen konnte. Das Ostium vaginale dagegen fand ich geschlossen. Es befindet sich in einer Falte der Cloake und ist von einer ringförmigen Duplicatur der Schleimhaut derselben umgeben. Eine ähnliche, nur ungleich kleinere Falte befindet sich auch auf der rechten Seite, doch war es mir nicht möglich, ein Rudiment eines rechten Eileiters wahrzunehmen.

Was nun endlich die Cloake betrifft, so ist ihre Grenze gegen den Mastdarm äusserlich durch eine leichte Einschnürung um ihren bedeutenderen Umfang, inwendig dagegen durch eine kleine Querfalte angedeutet. Unterhalb der letzteren befindet sich eine zweite, jedoch nur am hinteren Theile der Cloake deutlich sichtbare Querfalte, welche zunächst die schräg nach aussen und unten gerichteten Wandungen der Harnleiter und seitlich sich abwärts wendend auch die Papillen der Samenleiter, resp. das Orificium vaginale des Eileiters bedeckt. Eine dritte, unterhalb der Oeffnungen der Geschlechtstheile gelegene Falte endlich bedeckt den Eingang in die wenig entwickelte Bursa Fabricii. Der untere Theil der Cloake zeigt eigenthümliche Verhältnisse. Er ist nämlich gleichsam von aussen nach innen umgestülpt und bildet somit, da sein Umfang nach unten schmäler wird, einen in das Lumen des weiter oben gelegenen Cloakentheiles hineinragenden, abgestumpften Kegel, dessen oberer Rand (der eigentliche Anus) in der Nähe der Oeffnungen der Geschlechtstheile zu liegen kommt. In Folge des erwähnten geringeren Umfanges dieses eingestülpten Endstückes der Cloake ist dasselbe rings von einem freien Zwischenraume umgeben, der jedoch durch 2 seitliche, sich von der Hinterwand der Cloake zum Rande ihres umgestülpten Endstücks ziehende Stränge in zwei ungleiche Abtheilungen, eine grössere vordere und eine kleinere hintere getheilt ist. In letzterer liegen für gewöhnlich die Papillen der Samenleiter. An der Abdominalseite des umgestülpten Cloakentheiles bemerkt man beim Männchen eine ziemlich starke, warzenähnliche Erhabenheit als Rudiment eines Penis, ähnlich wie wir ihn bei mehreren grossen

Raub- und Sumpfvögeln finden. An frisch getödteten Thieren ist er bläulich roth gefärbt, welche Färbung durch ein feines Netz venöser Gefässe hervorgebracht wird. Das würde einigermassen an die Corpora cavernosa der Säugethiere erinnern, und die Möglichkeit einer Erection annehmen lassen, während zwei seitlich an denselben sich ansetzende Muskelbündel die Bestimmung zu haben scheinen, ihn tiefer zur Anusöffnung hinab zu ziehen. Auch habe ich in der That bei einem in der Paarungszeit geschossenen Individuum das Penisrudiment und einen Theil des nach innen umgestülpten Cloakentheiles aus dem Anus herausragend oder hängend gefunden. Auf der hinteren Seite der Cloake, unmittelbar am Ende des umgestülpten Theiles, d. h. des eigentlichen Anus, befindet sich eine ähnliche, doch viel kleinere warzenähnliche Erhabenheit und unterhalb derselben eine kleine Grube, in welche das an der gegenüberliegenden Seite der Cloake befindliche Penisrudiment zu liegen kommt. Beim Weibchen findet sich an Stelle des letzteren eine sehr unbedeutende Erhabenheit.

Von den übrigen Organen bietet die Luftröhre durch das Vorkommen zweier Larynges bronchiales ein besonderes Interesse dar. Von den den oberen Kehlkopf bildenden Knorpeln hat der Körper der Cartilago thyreoidea, der ganz allein die vordere Hälfte des Larynx bildet, die gewöhnliche Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen abgerundete Spitze nach oben gerichtet ist. Seine Oberfläche ist frei von Leisten und sonstigen Erhabenheiten, während die Seiten leicht ausgebuchtet und etwas nach hinten umgebogen sind. Die beiden, den untersten Theil der hinteren Hälfte des Larynx bildenden Hörner des Schildknorpels haben eine halbmondförmige Gestalt und sind seitlich mit dem Körper desselben durch Bandmasse eng verbunden. Zwischen ihren hinteren (inneren) Enden liegt die kleine längliche Cart. cricoidea, die an ihrer oberen Hälfte auf jeder Seite eine Gelenkfläche für die Cartil. arytaenoideae zeigt. Diese haben die Gestalt eines an den Spitzen abgerundeten Halbmondes und sind auf ihrer äusseren Seite leicht ausgehöhlt. An der Spitze jeder dieser beiden Knorpel befindet sich eine kleine Cart. Santoriniana, welche ich stets knorplig, die an-

deren dagegen in halb verknöchertem Zustande gefunden habe. Die Luftröhre bildet eine, beinahe durchgängig gleich weite, nur an ihrem oberen Ende etwas breitere, hinten leicht abgeplattete Röhre. Bei dem von mir untersuchten *Centropus medius* zählte ich 55 Ringe, bei *C. affinis* meistens einige weniger, nämlich 51—54. Mit Ausnahme der beiden ersten, unmittelbar auf den oberen Kehlkopf folgenden, sind alle diese Ringe auch auf der hinteren Seite vollkommen geschlossen. Interessant endlich ist, wie schon bemerkt, das Vorkommen zweier Larynges bronchiales. Der untere Theil der Luftröhre nämlich geht unmittelbar in die Bronchen über, welche aus halben, an ihrer inneren Seite durch eine Membran, Membrana tympaniformis interna, geschlossenen Ringen bestehen. Nach unten werden beide Bronchen allmählig breiter und bilden endlich die erwähnten Bronchialkehlköpfe. Zwischen diesen und dem letzten Luftröhrenringe liegen bei *C. medius* rechts 17, links 15 (halbe) Ringe, während bei *C. affinis* ihre Zahl meistens etwas geringer ist, nämlich 14—15 rechts, 12—13 links. Ihre Anzahl ist daher nicht immer gleich. Auf dem letzten der erwähnten, nach unten concaven Halbringe (obere Bronchialbogen) folgt ein besonders starker, beinahe ganz gerader d. h. weder nach oben noch nach unten concaver Bogen und auf diesen ein schon etwas kürzerer, nach oben concaver. Diese drei Bogen sind auf der Aussenseite durch eine feine elastische Membran, Membrana tympaniformis externa, unter einander verbunden, auf der Innenseite dagegen durch die vorhin erwähnte, hier besonders dünne und elastische, nach unten, d. h. den Lungen zu, durch einen dicken Querwulst begrenzte Membrana tympaniformis interna geschlossen. Auf die Weise wird von den erwähnten drei Bogen je ein Larynx bronchialis gebildet. Auf den letzten dieser drei Bogen folgen, bevor der Bronchus in die Lunge tritt, rechts noch 10, links 9 allmählig kleiner werdende und nach innen durch eine Membran — die über jenen vorhin genannten Querwulst sich fortsetzende Membrana tympaniformis interna — geschlossene Halbringe (untere Bronchialbogen), deren Anzahl jedoch nicht selten Schwankungen unterworfen ist.

Was die übrige Anatomie dieser Vögel betrifft, so will ich dieselbe in einer besonderen Abhandlung, die im 21. Theile der Zeitschrift der naturforschenden Gesellschaft in Batavia (Natuurkundige tydschrift voor Neederlandsch Indie) nächstens erscheinen wird, ausführlich behandeln. Bemerken will ich hier noch, dass das Skelet sich unter Anderem durch die geringe Anzahl Rückenwirbel, deren nur 6 vorhanden sind, auszeichnet, sowie in Folge davon nur 4 wahre Rippenpaare sich finden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Männliche Geschlechtstheile von *Centropus affinis* Horsf. in natürlicher Grösse.

a. Der rechte Hoden.
b. Nebenhoden.
c. Rechtes Vas deferens.
d. Dessen Papille (nach oben gebogen).
e. Linkes Vas deferens.
f. Dessen Papille.
g. Nebennieren.
h h. Mündungen der Harnleiter.
i. Mündung der Bursa Fabricii.
k. Cloake (von vorn durchschnitten).
l. Das umgestülpte Endstück desselben.
m. Penisrudiment (durchschnitten).
n. Die Vertiefung, in welche bei geschlossener Cloake das Penisrudiment zu liegen kommt.
o. Die kleine Erhabenheit darüber.

Fig. 2. Männliche Geschlechtstheile von *Centropus medius* Müll. in natürlicher Grösse.

a—o wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Die Cloake von *Centr. medius* Müll. (von hinten durchschnitten).

a. Papille des linken Vas deferens.
b. Papille des rechten Vas deferens.
c. Mündungen der Harnleiter.
d. Cloake.
e. Das umgestülpte Endstück derselben.
f. Das Penisrudiment.

Fig. 4. Luftröhre von *Centropus medius* Müll. in natürlicher Grösse, von der Hinterseite.

A. Larynx superior.
B. Trachea.
C Rechter Bronchus.
D. Linker Bronchus.
E. Rechte Lunge.
F. Linke Lunge.
a. Cartilago thyreoidea.
b b. Cornua derselben.
c. Cartilago cricoidea.
d d. Cartilag. arytaenoideae.
e e. Cartilag. Santorinianae.
f. Membrana tympaniformis interna.
g g. Laryng. bronchiales.

Fig. 5. Unteres Ende der Luftröhre von *Centrop. medius* Müll. von vorn gesehen.

a. Rechter Bronchus.
b. Linker Bronchus.
c. Linker Larynx bronchialis
d. Membrana tympaniformis externa.

Untersuchungen über die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die motorischen Nerven.

Von

A. v. Bezold,
Professor in Jena.

Ich habe im Laufe der letzten Monate eine Reihe von Versuchen angestellt, in der Absicht, die Veränderungen, welche das Pfeilgift durch seine Einwirkung auf die Endigungen und auf die Stämme der motorischen Nerven in den letzteren hervorruft, nach einer bestimmten Richtung genauer zu erforschen.

Obgleich diese Versuchsreihe keinen Anspruch auf Abrundung und Abgeschlossenheit machen kann, erlaube ich mir doch

die Resultate, zu welchen ich durch meine Versuche gelangte, hier zu veröffentlichen, da ich durch äussere Umstände verhindert bin, dieselben in nächster Zeit weiter auszudehnen.

Ich habe mir zunächst die Aufgabe gestellt, zu prüfen, ob und welche Veränderungen der zeitliche Verlauf der Muskelzuckungen, entweder nach directer, oder nach indirecter Erregung, in demjenigen Zeitraume erfahre, in welchem das Pfeilgift durch das Blut zu den Muskeln gelangt und hier jene von Bernard und Kölliker zuerst genauer untersuchte lähmende Einwirkung auf die intramuscularen Nerven zu äussern beginnt.

Zu diesem Behufe bediente ich mich des von Helmholtz angegebenen graphischen Verfahrens zur Messung der zeitlichen Verhältnisse, welche bei der Muskelverkürzung und bei der Fortpflanzung der Erregung im Nerven in's Spiel kommen.

Ich vergiftete nämlich Frösche mit geringen Mengen amerikanischen Pfeilgiftes, wartete den Zeitpunkt ab, wo die Bewegungen der vergifteten Thiere mühsam und schwerfällig wurden, tödtete sofort das Thier und präparirte mit möglichster Schnelligkeit den M. gastrocnemius nebst dem N. ischiadicus der einen Seite. Das Nervmuskelpräparat wurde nun sogleich am Helmholtz'schen Myographion befestigt; der Muskel wurde entweder direct oder vom Nerven aus elektrisch erregt und zeichnete die Curve seiner Verkürzung auf einem berussten Glascylinder, welcher sich 8 Mal in der Secunde um die eigene Axe drehte.

Die Reizung geschah bei einer Reihe von Versuchen durch den Oeffnungsinductionsschlag der secundären Spirale des du Bois'schen Schlittenapparates; bei einer anderen Versuchsreihe durch Schliessung eines absteigenden Stromes im Nerven in der Weise, dass derselbe Vorgang, durch welchen Helmholtz bei seinen Versuchen den Strom in der primären Spirale des Magnetelektromotors unterbrechen liess, zu einer gegebenen Zeit eine sehr gute Nebenschliessung zum Nerven öffnete. Zu einer gegebenen Zeit erfolgte auf diese Weise eine sehr schnelle Zunahme der Dichtigkeit eines im Nerven kreisenden höchst schwachen absteigenden Stromes; und dieser plötzliche Zuwachs

der Stromdichte im Nerven diente in der zweiten Reihe von Versuchen als Reiz.

Um die Curven, welche man auf die angegebene Weise durch die Zuckungen der vergifteten Muskeln erzielt, mit denjenigen möglichst vergleichbar zu machen, welche durch die Verkürzungen unvergifteter Muskeln erhalten werden, liess ich jeder einzelnen Versuchsreihe, die ich mit den Muskeln eines vergifteten Thieres anstellte, eine ganz ähnliche Reihe von Versuchen mit den Muskeln eines unvergifteten Thieres unter übrigens möglichst gleichen Bedingungen folgen. Die Curven zweier auf diese Weise zusammengehörigen Versuchsreihen wurden mit einander verglichen. In mehreren Fällen verfuhr ich so, dass ich bei einem Frosche die Arteria und Vena iliaca der einen Seite unterband, sofort M. gastrocnemius und N. ischiadicus derselben Seite präparirte, von dem Thiere abtrennte und diesen Muskel die Curven seiner Zuckungen nach directer und nach indirecter Reizung zeichnen liess. Hierauf vergiftete ich dasselbe Thier, und machte die gleichen Versuche an dem vergifteten Gastrocnemius, so dass in diesen Fällen der vergiftete und der unvergiftete Muskel einem und demselben Thiere angehörten. In allen Versuchen dieser Art, deren Resultate ich in Folgendem anführen werde, geschah die indirecte Reizung der Muskeln durch die Erregung des N. ischiadicus an einer Stelle, die 1—1,2 Cm. oberhalb der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel sich befand. Die Nervenstrecke innerhalb der beiden Elektroden mass $^1/_2$—1 Cm. Der Nerv selbst war bis an die Austrittsstelle aus dem Wirbelcanal freipräparirt. Die Reizelektroden bestanden aus Zinkdrähten.

Bei den Versuchen mit indirecter Erregung zeigte sich nun, dass die Muskeln derjenigen Thiere, die bei den ersten Anzeichen der eingetretenen Vergiftung getödtet worden waren, noch dasselbe Zuckungsmaximum besassen, wie unvergiftete Muskeln; dass aber bei einem gewissen weiter vorgerückten Stadium der Vergiftung das Maximum der Zuckung, die man durch die stärkste Erregung des Nerven erhalten konnte, sehr plötzlich abnahm, worauf dann sehr bald ein Zeitpunkt eintrat, in dem

auch die stärkste Erregung des Nerven keine Spur von Contraction mehr erzeugte. Oft gelang es mir an einem und demselben Muskel die sämmtlichen Stadien der Vergiftung mittels des Myographions zu verfolgen, indem auch an dem ausgeschnittenen Gastrocnemius die Vergiftung rasch fortschreitet, wofern nur vor der Tödtung des Thieres eine hinreichende Menge des Giftes in das Blut des Muskels gelangt war.

An den Curven, welche auf Glaspapier fixirt wurden, habe ich die Länge der Abscisse gemessen, welche dem Zeitraum entspricht, der zwischen dem Augenblick der Reizung und dem Beginn der Verkürzung des Muskels verfliesst. Ebenso habe ich in den meisten Fällen den Werth derjenigen Abscisse bestimmt, welche zwischen dem Punkte der ersten Erhebung und jenem Punkte sich befindet, in welchem die Zuckungscurve zum ersten Male wieder die Abscisse schneidet.

Ich habe demnach die Zeit bestimmt, welche verfliesst zwischen dem Augenblicke der Reizung und dem Beginn der Zuckung; ich habe ferner die Zeitdauer jeder einzelnen Zuckung gemessen, beim vergifteten und beim unvergifteten Muskel, nach directer sowie nach indirecter Reizung.

Im Folgenden gebe ich zunächst eine Uebersicht über die Zahlen, welche ich durch die directe Messung der angegebenen Curvenstücke erhielt.

Tabelle I. Reizung vom Nerven aus mittels des Oeffnungsinductionsschlages der secundären Spirale. Beginn der Vergiftung. Zuckungsmaximum des vergifteten Muskels gleich dem Zuckungsmaximum des unvergifteten Muskels. Belastung der Muskeln äusserst gering. Die zu einander gehörigen Versuche sind mit gleichen Zahlen bezeichnet.

		Länge der Abscisse entsprechend dem Zeitraum zwischen Reizung und Beginn der Zuckung in Millimetern.		Länge der Abscisse entsprechend dem Zeitraum zwischen dem Beginn der Zuckung und dem Momente, wo der Muskel zur natürlichen Länge zurückgekehrt in Cm.	
		Vergiftet	Unvergiftet	Vergiftet	Unvergiftet
I.	1.	9	7,5		
	2.	9	7,6	8,2–8,6	8,2–8,6
	3.	9,5	7,5		
	4.	9,4	7,5		
	5.	9,5			
II.	1.	8,5	7,5		
	2.	8,5	7,5		
	3.	9,0	7,5	8,6–9	8,6
	4.	9,1	7,5		
	5.	9,0	7,5		
III.	1.	9,9	7,7	8,6	8,4
	2.		7,6		8,4
IV.	1.	9	7,5		
	2.	9,2	7,6		
	3.	9,5	7,7	8,5–8,6	8,4–8,5
	4.	10			
	5.	9,5			
	6.	10			
V.	1.	10	8	8,4	8,4
	2.	9,5	8	8,4	8,4

Ich begnüge mich mit der Anführung dieser Versuche, deren Anzahl ich noch bedeutend vermehren könnte. Alle Versuche dieser Art, welche ich anstellte, ergaben ein vollkommen analoges Resultat.

Tabelle II. Spätere Stadien der Vergiftung. Indirecte Reizung durch Oeffnungsinductionsschläge. Das Zuckungsmaximum ist bereits mehr oder weniger gesunken. Die nachfolgen-

den Zahlen gehören sämmtlich Curven an, die durch vergiftete Muskeln gezeichnet sind.

		Abscissenlänge entsprechend der Zeit zwischen Reizung und Beginn der Zuckung in Millimetern.	Abscissenlänge zwischen der ersten Erhebung und dem ersten Schneidepunkt der Zuckungscurve mit der Abscisse in Cm.
I.	1.	12,2	9,2
II.	1.	10,1	10,2
	2.	11,0	11,3
	3.	11,0	11,8
III.	1.	15	10
	2.	15,5	12,2
IV.	1.	11,5	8,4
	2.	15,0	10,0
V.	1.	15,0	11,2
VI.	1.	9,5	9
	2.	10	12
	3.	13	15
VII.	1.	10	12,5
	2.	16	
	3.	13,2	
	4.	14,5	

Um die Zahlen, welche in der letzten Tabelle enthalten sind, vergleichbar zu machen, musste ich durch schwache Reizungen kleine ungefähr mit den angeführten, an Höhe gleiche Zuckungscurven von den Muskeln unvergifteter Thiere zeichnen lassen. Ich fand, wie man schon aus Helmholtz' Versuchen vermuthen kann, auch hier grössere Werthe für die Abscissen zwischen Reizung und Beginn der Zuckung, als bei den Maximalzuckungen unvergifteter Muskeln. Nach diesen Versuchen entspricht die Grösse von 9,5 Mm. beim unvergifteten Muskel der Zahl 15—16 bei den Zuckungen der vergifteten; die Grösse von 8—9 Mm. beim unvergifteten Thier der Zahl 11,0—13 Mm.

beim vergifteten. Ausserdem zeigt es sich, dass der Zeitraum zwischen Beginn der Verkürzung und der Rückkehr zur ursprünglichen Länge bei diesen kleineren Zuckungen unvergifteter Muskeln, durch Abscissenwerthe von 8—8,4 Cm. gemessen wird.

Es folgt nunmehr eine Uebersicht über die Abscissenwerthe, welche den Zeitraum zwischen Reizung und Anfang der Verkürzung anzeigen, bei denjenigen Curven, welche durch Reizung mittelst Schliessung des absteigenden Stromes im Nerven erhalten wurden. Wie ich in einer vorläufigen Mittheilung[1]) angegeben habe, und wie ich später weitläufiger ausführen werde, sind die Schliessung des absteigenden und die Oeffnung des absteigenden Stromes allein diejenigen elektrischen Reize, welche man bei Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven mit den Reizungen durch Inductionsschläge vergleichen kann; denn allein in diesen beiden Fällen findet der erregende Vorgang an der unteren Elektrode statt; allein in diesen beiden Fällen stellen sich der Fortpflanzung der Reizung im Nerven keine besonderen Widerstände entgegen.

Auch hier werde ich wieder diejenigen Versuche, bei denen das normale einfache Zuckungsmaximum erreicht oder (da die Schliessung des absteigenden Stromes gewöhnlich tetanische Zuckung erzeugt) überschritten wurde, von jenen gesondert darstellen, bei denen die Verkürzung des Muskels unter dem normalen Zuckungsmaximum verblieb.

Tabelle III. Reizung durch Schliessung des absteigenden Stromes im Nerven (erste und zweite Stufe des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes) erzeugt. Normales Zuckungsmaximum erreicht, oder tetanische Zuckung. Ort der Erregung 1—1,2 Cm. oberhalb des Eintritts des N. ischiadicus in den M. gastrocnemius.

---

1) Siehe Medicinische Centralzeitung No. 25 vom 26. März 1859.

		Abscissenwerthe entsprechend dem Zeitraum zwischen Schliessung des Stromes und Beginn der Zuckung in Mm.	
		Vergiftete	Unvergiftete
		Muskeln	
I.	1.	9,5	7,5
	2.	10,5	
II.	1.	15,0	8,5
III.	1.	8,8	
	2.	9,5	7,5
	3.	9,0	

Tabelle IV. Reizung durch Schliessung eines absteigenden Stromes im Nerven erzeugt. Vorgerückte Stadien der Vergiftung. Verkürzungsmaximum des Muskels hat abgenommen. Zuckungen der unvergifteten Muskeln von gleicher Höhe mit den Zuckungen der vergifteten, durch schwache Reizung erzeugt.

		Abscissenwerthe entsprechend dem Zeitraum zwischen Schliessung des Stromes und Beginn der Verkürzung in Mm.	
		Vergiftete	Unvergiftete
		Muskeln	
I.		25,0	9,5
II.		17,2	8,5
III.	1.	11,2	8,2
	2.	10,2	8,3
IV.		14,5	
V.		18,5	9 - 9,5
VI.		21,5	
VII.	1.	16,5	9,1
	2	16,5	9,2

Tabelle VI. Directe Erregung der vergifteten und unvergifteten Muskeln durch Inductionsschläge. Maximalzuckungen.

		Abscissenwerthe entsprechend der Zeit zwischen Reizung und Beginn der Verkürzung in Millimetern.	
		Vergiftete	Unvergiftete
		Muskeln	
I.	1.	6	6,0
	2.	5,9	6,0
II.	1.	6,1	6,0
	2.	6,0	6,0
III.	1.	5,8	5,9
IV.	1.	6,1	6,1

Die vergifteten Muskeln befanden sich theilweise im früheren, theilweise im letzten Stadium der Vergiftung. Der Verlauf der durch directe Reize erzeugten Curven war genau der gleiche beim vergifteten und unvergifteten Muskel.

Die durch directe Reize erzeugten Zuckungen vergifteter Muskeln beginnen demnach eben so schnell nach Einwirkung des Reizes und zeigen denselben zeitlichen Verlauf, als die durch ähnlichen Reiz erzeugte Zuckungen unvergifteter Muskeln.

Diese letzte Versuchsreihe enthält die Bestätigung einer Erfahrung Pflüger's. Letzterer zeigte mir bereits vor $1^1/_2$ Jahren zwei Curven, durch directe Reizung eines vergifteten und eines unvergifteten Gastrocnemius erzeugt, welche vollkommene Congruenz ihres Verlaufes darboten. Die Wiederholung und Veröffentlichung dieses Versuchs war zur Ausführung des Planes, welcher dieser Arbeit zu Grunde liegt, durchaus nothwendig.

Fragt man nun vor Allem nach der Zeit, welche die Reizung bedarf, um sich von einer 1,2 Cm. oberhalb des Muskels gelegenen Nervenstrecke zu dem Muskel selbst fortzupflanzen und hier den Vorgang der Zuckung zu erzeugen, und vergleicht man die Werthe für die Abscissenlänge, durch welche jene Zeit gemessen wird beim vergifteten und beim unvergifteten Muskel, so sieht man sofort, dass diese Werthe beim ver-

gifteten Muskel durchgängig und zwar theilweise um ein Bedeutendes grösser sind als bei dem unvergifteten.

Man sieht sogleich, dass bei den vergifteten Muskeln eine längere Zeit verfliesst vom Augenblicke der Erregung bis zu dem Augenblicke, wo der zuckungserregende Vorgang sich vom Nerven aus bis zum Muskel durch die intramusculären Zweige fortgepflanzt hat.

Zieht man von den Abscissenwerthen, die den Zeitraum zwischen der indirecten Erregung und dem Beginn der Zuckung messen, diejenigen Werthe ab, welche die Zeit zwischen der directen Reizung und den Beginn der Verkürzung anzeigen, so erhält man sowohl beim vergifteten als bei dem unvergifteten Thiere die direct mit einander vergleichbaren Werthe für die Zeit, welche nöthig war, damit die Erregung sich von einer 1—1,2 Cm. oberhalb des Muskels gelegenen Nervenstelle bis zu den Endverzweigungen des Nerven im Muskel fortpflanzte und vom Nerven auf den Muskel übertragen wurde.

Die Differenz der Abscissenwerthe bei der directen und indirecten Reizung ist aber als richtiges Mass für diese Zeit bloss in den Versuchen zu betrachten, wo das Zuckungsmaximum nach der indirecten Erregung erhalten wurde. In den Fällen, wo dies nicht geschah, giebt diese Differenz, da die Curven nach directer Reizung immer das Zuckungsmaximum besassen, einen grösseren Zeitraum, als den, der zur einfachen Fortleitung des Reizes zum Muskel nöthig ist, an. Ich besitze leider keine mit den niedrigen Curven in directer Reizung direct vergleichbare durch unmittelbare Reizung des Muskels erzeugten Curven von gleicher Höhe; demnach sind die Zahlenwerthe, welche in C und D der folgenden Uebersicht enthalten sind, sämmtlich um 1—2 Mm. zu hoch gegriffen. Allein trotzdem giebt uns die Zusammenstellung dieser Zahlen ein der Wahrheit nicht zu fernes Bild, da die Abscissenwerthe der von den vergifteten und unvergifteten Muskeln gezeichneten niedrigen Curven so beträchtlich von einander abweichen, dass der Fehler nicht allzusehr die aus der Vergleichung dieser Zahlen zu ziehenden Folgerungen stört.

Tabelle VI. Uebersicht über die Differenzen der Abscissenwerthe, welche die Zeit zwischen Reizung und Beginn der Zuckung angeben, nach Erregung des Nerven und nach directer Erregung beim vergifteten und beim unvergifteten Muskel.

A. Erregung durch Oeffnungsinductionsschläge. Zuckungsmaximum normal.

	Vergiftet	Unvergiftet
I.	3	1,5
	3	1,6
	3,5	1,5
	3,4	1,5
	3,5	
II.	2,5	1,5
	2,5	1,5
	3,0	1,5
	3,1	1,5
	3,0	1,5
III.	3,9	1,5
		1,7
IV.	3,0	1,5
	3,2	1,6
	3,5	1,7
	4,0	
	3,5	
	4,0	
V.	4,0	2,0
	3,5	2,0

B. Erregung durch die Schliessung des absteigenden Stromes. Zuckungsmaximum unverändert.

	Vergiftet	Unvergiftet
I.	3,5	1,5
	4,5	1,5
II.	9,0	2,5
III.	2,8	
	3,5	1,5
	3,0	

C. Reizung durch Oeffnungsinductionsschläge. Zuckungsmaximum vermindert.

	Vergiftet	Unvergiftet
I.	6,2	
II.	4,1	1,5—3,5
	5,0	
	5,0	
III.	9,0	
	9,5	
IV.	9,0	
V.	4,5	
	9,0	
VI.	3,5	
	4,0	
	7,0	
VII.	4,0	
	10	
VIII.	7,2	
	8,5	

D. Reizung durch Schliessung des absteigenden Stromes. Zuckungsmaximum vermindert.

	Vergiftet	Unvergiftet
I.	19	3,5
II.	11,2	2,5
III.	5,2	2,2
	4,2	2,3
IV.	18,5	1,5
V.	12,5	
VI.	15,5	3,1
VII.	10,5	3,2
	10,5	

Vor allem ist zu bemerken, dass die durchweg grösseren Differenzen in den Fällen der Reizung durch den absteigenden Strom davon herrühren, dass die Schliessung des absteigenden Stromes auch bei solchen Nervmuskelpräparaten Zuckung erzeugte, die durch das Gift schon soweit afficirt waren, dass

die stärksten Oeffnungsinductionsschläge, deren ich mich bediente, nicht mehr als wirksame Reize dienten. Ich bediente mich relativ schwacher Inductionsströme, da ich mich vor dem Eintritte unipolarer Wirkungen bei grösserer Vermehrung ihrer Stärke fürchtete.

Die Schliessung des absteigenden Stromes von einer Stärke, welche der ersten und zweiten Stufe des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes entspricht, ist ohnedies ein sehr heftiger Nervenreiz und mittels desselben konnten auch noch bei ziemlich weit fortgeschrittener Vergiftung vom Nerven aus brauchbare Zuckungen erhalten werden, ohne dass man irgend eine störende Nebenwirkung auf eine vom Strom nicht direct durchflossene Nervenstrecke zu fürchten hatte. Von der Abwesenheit irgend welcher unipolaren Wirkungen überzeugte ich mich, wie dies natürlich ist, in jedem einzelnen Falle.

Der Umfang des rotirenden Cylinders betrug 8,2 Mm., derselbe bewegte sich in einer Secunde 8 mal um seine eigene Achse. Eine Secunde entspricht demnach bei unseren Versuchen der Länge von 656 Mm., oder auch 1 Mm. unserer Tabellen bedeutet $\frac{1}{656} = 0{,}0015$ Secunden. Als Mass für den Zeitraum, der zwischen der unmittelbaren Erregung des Muskels und dem Augenblick liegt, wo er sich zu verkürzen beginnt, erhielten wir demnach sowohl beim vergifteten als beim unvergifteten Thier im Durchschnitt die Grösse von 0,0092 Secunden. Diese Zahl stimmt mit den von Helmholtz angegebenen sehr gut überein.

Ferner beträgt die Zeit, die nöthig ist, damit die Reizung von einer 1—1,2 Cm. oberhalb des Muskels gelegenen Nervenstrecke sich bis zum Muskel fortpflanze (die Differenz der Abscissen der directen und indirecten Reizung) bei den unvergifteten Muskeln im Minimum 0,0023 Secunden, im Maximum (wenn wir die nöthige Correctur wegen der verschiedenen Zuckungshöhe anbringen) ungefähr 0,004 Secunden. Beim vergifteten Thier dagegen finden wir für dieselben Zeiträume im Anfange der Giftwirkung d. h. in den Fällen, wo das normale

Zuckungsmaximum noch erreicht wird, die Grösse von 0,0046 bis 0,014 Secunden.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Erregung vom Nerven auf den Muskel übertragen wird, wird nach diesen Versuchen demnach im Anfange der Einwirkung des Giftes bereits auf die Hälfte, ja auf den vierten Theil des ursprünglichen Werthes herabgesetzt, und diese bedeutende Verzögerung in der Fortpflanzung und Uebertragung der Erregung ist bemerkbar in einem Stadium, wo man durch die Nervenreizung noch das normale Maximum der Verkürzung des vergifteten Muskels erzeugen kann. In dem späteren Stadium der Vergiftung finden wir noch grössere Werthe für die Zeitdauer der Fortpflanzung und Uebertragung des Reizes auf den Muskel.

Die Zahlen, welche diese Zeitdauer in Secunden ausdrücken, schwanken in diesen letzteren Fällen zwischen 0,0076 und 0,026 Secunden. Es kann demnach die Geschwindigkeit der Uebertragung und Fortpflanzung des Reizes durch das Gift bis um das 6—7fache vermindert werden, ehe die Leitungsfähigkeit des Nerven total erlischt.

Aus den vorhergehenden Versuchsreihen ergiebt sich demnach als vollkommen klares Resultat Folgendes:

Die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die intramuscularen Nerven äussert sich in einer Verzögerung der Fortpflanzung und Uebertragung des Reizes von Nerv auf Muskel; in einer Verzögerung, die fortwährend zunehmend mit einer fortwährend zunehmenden Abschwächung der Erregung während der Fortpflanzung verbunden ist und auf diese Weise in eine allmählige Vernichtung der Leitungsfähigkeit des Nerven übergeht.

Es musste mir sofort die Aehnlichkeit in dem Verhalten des vergifteten Nerven mit den Erscheinungen, die man an einem in elektrotonischen Zustand befindlichen Nerven wahrnimmt, auffallen.

Wie ich später ausführlich darthun werde,[1]) kann man durch

1) Siehe Medicinische Centralzeitung No. 25 vom 26. März 1859.

den Einfluss des bestehenden Anelektrotonus oder in noch bedeutend stärkerem Masse durch den Einfluss eines vergehenden katelektrotonischen Zustandes in beliebigen Nervenstrecken Veränderungen erzeugen, die sich ebenfalls durch eine messbare, oft sehr bedeutende Verzögerung der Fortpflanzung von Reizen charakterisiren, und zwar ist, wie bei den vergifteten Muskeln, diese Verzögerung der Fortpflanzung auch hier begleitet von einer mit dem Grade der Verzögerung in Verhältniss stehenden Abschwächung der Erregung auf ihrem Wege.

Um die Analogie festzustellen, war es aber vor Allem nöthig, die in der letzten Zeit wieder durch die Versuche von Funke in den Vordergrund getretene Frage, ob denn das Pfeilgift wirklich die Nervenprimitivröhren selbst oder nur, wie Funke will, gewisse Zwischenorgane zwischen Nerv und Muskel lähme, experimentell zu entscheiden. Denn in letzterem Falle würde die ganze Verlangsamung in der Fortpflanzung des Reizes auf Rechnung eines zwischen Nerv und Muskel eingeschobenen hypothetischen Stückchens kommen, was weder Nerv noch Muskel ist, im ersteren Falle dagegen würde sich der ganze Verlauf der Erscheinungen einfach ableiten aus einem allmähligen Ergriffenwerden der intramuscularen Nervenröhren durch das Gift, in einer immer grösseren Ausdehnung, so dass allmählig mehr und mehr Querschnitte des Nerven in jenen die Fortpflanzung der Reizung verzögernden, den Reiz selbst abschwächenden Zustand übergehen, wie wir dies auch beim elektrotonischen Zustande des Nerven vorfinden.

Zu dem Ende war es wichtig zu erfahren, ob sich auch innerhalb der extramuscularen Nervenfasern eine messbare Einwirkung des Pfeilgiftes nachweisen liesse, eine Einwirkung ähnlich derjenigen, welche wir bei den intramuscularen Nerven nachgewiesen haben.

Zunächst untersuchte ich, ob die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung im Stamme des Nervus ischiadicus zu derjenigen Zeit eine nachweisbare Aenderung erleide, wo man das Auftreten der Lähmung in den intramuscularen Nerven beobachtet.

Zu diesem Behufe stellte ich mehrere Versuche an. Ich

vergiftete nämlich Frösche mit geringen Gaben des Giftes, präparirte, nachdem deutliche Spuren der Vergiftung sich bei den Thieren eingestellt hatten, M. gastrocnemius und N. ischiadicus, und liess nun den Muskel möglichst congruente Curven auf dem Cylinder des Myographions aufzeichnen, indem ich bald durch Reizung einer entfernteren, bald durch Reizung einer näheren Nervenstrecke Muskelzuckungen erzeugte.

Dabei wurde, wie dies auch in den Versuchen von Helmholtz der Fall war, die Reizung der entfernteren Stelle, derjenigen der näheren vorausgeschickt. Auch hier folgten den Versuchen an vergifteten Muskeln sofort ganz unter denselben Bedingungen angestellte Versuche an unvergifteten Muskeln. Als Beispiele gebe ich die Resultate der Messungen bei zwei Versuchsreihen, wo die mit einander verglichenen Curven vollständig congruent ausfielen.

Tabelle VII. Reizung mittels des Oeffnungsinductionsschlages.

Nervenstrecke zwischen den Reizstellen	Abscissen entsprechend der Zeit zwischen Reizung und Beginn der Zuckung, ausgedrückt in Millimetern.			
	Reizung nahe vom Muskel		Reizung entfernt vom Muskel	
	Vergiftet	Unvergiftet	Vergiftet	Unvergiftet
4,5 Cm.	8,8	7,8	10	9
4 „	15	7,5	16	8,5

Auf 4,5 Cm. Nervenstrecke erhalten wir demnach eine Differenz von 1,2 Mm. Auf 4 Cm. Nervenstrecke eine Differenz von 1 Mm. sowohl beim vergifteten als beim unvergifteten Thiere.

Dies entspricht im ersteren Falle einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 24,54 Metern, im zweiten Falle einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 26,12 Metern in der Secunde, sowohl im vergifteten Nerven als im unvergifteten.

Wir finden demnach, dass in demjenigen Stadium der Vergiftung, wo die intramuscularen Nerven dem Reize bereits einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen, die Nervenstämme noch keine merkliche Verzögerung der Fortpflanzung

des Reizes erkennen lassen. Es fragt sich nun weiter, ob eine derartige Verlangsamung in der Fortpflanzung der Erregung durch bedeutende Gaben des Giftes nach längerer Einwirkung in den Nervenstämmen selbst erzeugt werden könne. Um diese Frage zu entscheiden, wurde eine grössere Reihe von Versuchen angestellt. Zu diesen letzteren bediente ich mich eines äusserst schnell und kräftig wirkenden Giftes, das mir von Herrn Professor du Bois zu diesem Zwecke gütigst überlassen wurde, und welches derselbe von Herrn Appun in Bunzlau bezogen hatte. Dieses Gift, in mässig grossen Gaben in einen Querschnitt durch den M. pectoralis gebracht, lähmte innerhalb 2—5 Minuten die damit behandelten Frösche vollständig, während dasjenige Gift, welches ich in den früheren Versuchen benutzt, gewöhnlich erst nach 10—30 Minuten seine vollständig lähmende Wirkung entfaltet hatte. Ich verfuhr nun dermassen, dass ich bei einer grösseren Anzahl von Thieren durch Unterbindung der Kniegefässe einer Seite die Blutzufuhr von dem M. gastrocnemius dieser Seite abhielt. Der Nervus tibialis wurde hierbei natürlich möglichst geschont. Die operirten Frösche vergiftete ich hierauf mit starken Dosen des kräftig wirkenden Giftes, das, wie schon erwähnt, in eine Wunde des N. pectoralis gebracht wurde. Die Muskeln des unversehrten Unterschenkels waren in diesen Versuchen bereits nach 2 bis 4 Minuten vollständig motorisch gelähmt, während der andere Unterschenkel, der nach der Operation vollständig normal bewegt wurde, noch mehrere Stunden nach der Vergiftung auf Reizung des Thieres, insbesondere aber auf Reizung der eigenen Bedeckungen Reflexbewegungen zeigte. Nach Verlauf von 3 bis 4 Stunden, oft schon nach 2 Stunden, wurden jedoch auch diese Bewegungen merkbar träge und schwerfällig, bis sie, wenn man lange genug, 3—5 Stunden, wartete, regelmässig ganz ausblieben.

In Zwischenräumen von 1—3 Stunden nach Beibringung des Giftes wurden nun M. gastrocnemius und N. ischiadicus der unterbundenen Seite freigelegt und zum Versuche am Myographion verwandt. Hier verfuhr ich ganz in gleicher Weise, wie bei den zuletzt beschriebenen Versuchen. Ich reizte nämlich

durch Inductionsschläge bald eine vom Muskel entfernte, bald eine dem Muskel nahe gelegene Nervenstrecke, liess den Muskel die eigene Verkürzung am rotirenden Apparate aufzeichnen und verglich die der näheren und entfernteren Reizung angehörigen Curven mit einander. Auch hier ging die Reizung der entfernteren Nervenstrecke derjenigen der näheren voraus. Bei mehreren Versuchen wurde regelmässig zwischen beiden Reizungen abgewechselt und wenn sich während dieser Zeit bei beiden Arten von Reizung durch die fortschreitende Vergiftung die Abscissenwerthe änderten, das Mittel der aus den entfernteren Reizungen mit dem Mittel der aus den näheren Reizungen sich ergebenden Werthe verglichen.

Die Ergebnisse der vorstehenden Versuche finden sich in folgender Uebersicht.

Tabelle VII. Reizung des vergifteten Nerven durch Inductionsschläge, bald nahe, bald entfernt vom Muskel. Reizung nahe bedeutet immer 1 Cm. oberhalb des Muskels.

No. des Versuchs	Abscissenwerthe für den Zeitraum zwischen Reizung und Beginn der Zuckung. Reizung nahe	Abscissenwerthe für den Zeitraum zwischen Reizung und Beginn der Zuckung. Reizung fern	Abstand der beiden Erregungsstellen am Nerven	Fortpflanzungsgeschwindigkeit in einer Secunde ausgedrückt in Metern	Zeit nach der Vergiftung
I.		9,2			
	7,5		4 Cm.	15,5	2 Stunden
		9,2			
II.		9,5			
	7,7		4,5 „	15,5	2½ „
		9,7			
III.		8,6			
	7,5				
		8,8	4,5 „	22,6	1½ „
	7,8				
		9,4			
IV.		8,5			
	7,6		1 „	22,18	1 „
		8,6			
	7,6				

No. des Versuchs	Abscissenwerthe sprechend dem Zeitraum zwischen Reizung und Beginn der Zuckung		Abstand der beiden gereizten Nervenstrecken	Fortpflanzungsgeschwindigkeit in einer Secunde, ausgedrückt in Metern.	Zeit nach der Vergiftung,
	Reizung nahe	Reizung fern			
V.		10			
	8,6		3,8 Cm.	16,5	1½ Stunden
	8,4				
VI.		13,5			
	8,6		4 „	5,75	2 „
		13,4			
	9,2				
VII.		11,5			
	9,5		3,6 „	8,89	3 „
		14,5			
	11,2				
VIII.		9			
			4 „	26,18	1½ „
	8				
IX.		12,9			
			3,5 „	7,36	2½ „
	9,9				
X.		11,4			
	8,6				
		12,2	4,7 „	12,3	2½ „
	10				

Zu diesen Tabellen muss ich Folgendes bemerken. Die Curven No. IX. und No. VII. gehörten Zuckungen an, die unter dem normalen Zuckungsmaximum blieben; die übrigen, wenigstens die durch die Reizung der entfernten Stelle erzeugten, zeigten das normale Zuckungsmaximum. Ferner waren in den Fällen No. VI., VII., VIII., IX., X. die Höhen derjenigen Curven, die der Reizung der näheren Nervenstrecke entsprachen, constant etwas niedriger, als diejenigen der durch den entfernten Reiz erzeugten Curven; ausserdem zeigten die ersteren ganz regelmässig einen etwas gestreckteren Verlauf, lauter Umstände, welche die Geschwindigkeit der Fortpflanzung eher etwas grösser als in Wirklichkeit erscheinen lassen, so

dass die Schlüsse, die aus den Zahlen zu ziehen sind, a fortiori bewiesen werden.

Die Versuche waren bei einer Zimmertemperatur von 14 bis 15° C. angestellt worden, und alle Versuche, welche ich in derselben Zeit, an denselben Tagen an unvergifteten Fröschen zum Vergleiche anstellte, ergaben eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung von 25—27 Metern in der Secunde im N. Ischiadicus.

Die Frage, welche wir früher aufwarfen, ob nämlich die Nervenprimitivfasern allmählig in ihrem ganzen Verlaufe von dem Gifte afficirt werden, kann demnach, wie Jeder aus den mitgetheilten Versuchen ersehen wird, als eine entschiedene betrachtet werden.

Wir haben durch die beiden angeführten Versuchsreihen gezeigt, dass das Pfeilgift im Anfange seiner Einwirkung die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den intramuscularen Nerven herabsetze; dass daselbst Widerstände entstehen, die sich dem Weiterschreiten der Erregung durch den Nerven verlangsamend und abschwächend entgegensetzen; dass im weiteren Verlaufe der Vergiftung diese Widerstände so sehr anwachsen, dass die Reizung dieselben nicht mehr zu überwinden im Stande ist, sondern erlischt, ehe sie an das Ziel gelangt: *wir haben gezeigt, dass das Gift dieselbe Einwirkung auf die Nervenstämme übe, indem es auch hier eine Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit erzeugt, welche, nach den letzten bisherigen Versuchen wenigstens, auf den fünften Theil ihres ursprünglichen Werthes herabgesetzt werden kann.*

Das Gift übt demnach eine schädliche Einwirkung auf allen Querschnitten aus, es übt diese Wirkung auf den Nerven selbst in grosser Ausdehnung aus, es übt endlich diese Wirkung bedeutend leichter und schneller aus auf die intramuscularen Nervenfasern, als auf die Primitivnervenfasern in den Stämmen. Wir können bis jetzt durchaus nicht mit Sicherheit sagen, ob durch diese Einwirkung des Giftes die unmittelbare Erregbarkeit der Nervenfaser selbst herabgesetzt werde; wir finden blos, dass eine immer mehr zunehmende Unfähigkeit des Nerven

erzeugt werde, den Reiz von der unmittelbar betroffenen Nervenstrecke fortzupflanzen, eine Unfähigkeit des Nerven ähnlich derjenigen, welche wir an einer im Anelektrotonus befindlichen Nervenstrecke wahrnehmen; welche wir in ausnehmender Stärke wahrnehmen an einer Nervenstrecke, unmittelbar nachdem sie aus einem lange andauernden und stark ausgesprochenen Katelektrotonus zurückgekehrt ist.

Es ist möglich, dass der Nerv, auch nachdem er durch das Pfeilgift die Fähigkeit eingebüsst hat, die Reizung auf beträchtlichere Strecken fortzupflanzen, immer noch direct erregbar sei; d. h. dass durch irgend ein Reizmittel an der unmittelbar vom Reize betroffenen Stelle der Vorgang der Erregung entstehe, welcher sich aber nur um ein Minimum nach beiden Seiten hin auszubreiten vermag. Es ist demnach bis jetzt die Annahme unwiderlegbar, dass bei der directen Reizung des vergifteten Muskels immer noch nervöse Theile, die unmittelbar an der Grenze zwischen Nerv und Muskel sich befinden, und welche, nach der eben ausgesprochenen Möglichkeit, mit den direct gereizten intramuscularen Nervenfasern in den Zustand der Erregung übergeführt werden, bei der grossen Nähe des Muskels diesen Vorgang der Erregung auf den Muskel noch zu übertragen im Stande seien, so dass die directe elektrische Erregung der Muskelsubstanz bei vergifteten Thieren immer noch aus der Summe der Erregung von Nerv und Muskel zusammengesetzt wäre.

Die chemische Erregung vergifteter Muskeln würde allerdings in den seltensten Fällen, da sie gewöhnlich vom Muskelquerschnitt aus geschieht, diese Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel treffen, und daher wird sich in diesen Fällen der Muskel gegen die Erregung meist so verhalten, wie ein seiner Nerven vollkommen beraubter.

Es leuchtet ein, dass je kleiner im vergifteten Nerven die Strecke ist, durch welche der Reiz sich fortzupflanzen hat, desto geringer die Widerstände sein werden, welche derselbe auf seinem Wege zu durchlaufen hat, dass desto längere Zeit nach der Einwirkung des Giftes eine indirecte Erregung des Muskels möglich sein werde. Sehr lange Nervenstrecken da-

gegen werden, auch wenn dieselben noch relativ wenig vom Gifte verändert sind, doch der Fortpflanzung der Erregung vom Centralorgane aus bereits beträchtliche Widerstände entgegenzusetzen vermögen.

Es stimmt daher, wie Jeder einsieht, die Anschauungsweise über die Art und Weise der Vergiftung, wie sie aus unseren Versuchen unmittelbar hervorgeht, sehr gut mit den Erfahrungen der früheren Experimentatoren (Bernard) überein, welche angeben (eine Angabe, die ich bestätigen kann), dass die hinteren Extremitäten gewöhnlich früher von der vollständigen Lähmung befallen werden als die vorderen, und diese wieder früher als die Muskeln des Respirationsorganes, dass endlich das Herz, in welchem der Weg vom Centralorgane nach den Muskeln der kürzeste ist, viel später der lähmenden Wirkung des Pfeilgiftes anheimfällt, als die Muskeln des Stammes und der Extremitäten.

Bekanntlich hat bereits Pflüger (Hemmungs-Nervensystem) eine Vermuthung über die Art und Weise, wie das Pfeilgift auf die Nerven einwirken möge, ausgesprochen, welche mit den Thatsachen, welche ich durch die Versuche festgestellt habe, auf das Vollständigste übereinstimmt. Ich werde am besten thun, seine dort ausgesprochene Vermuthung hier wörtlich abzudrucken. Er sagt (l. c. S. 74—75):

„Man kann indessen noch auf eine andere Vermuthung kommen, welches die Ursache jenes sonderbaren Verhaltens des Herzens gegen das amerikanische Pfeilgift sei. Aus den Untersuchungen von Kölliker ergiebt sich, dass das Gift den ganzen Stamm des Nerven afficirt, aber, wie es scheint, um so intensiver, je peripherischer der Theil derselben ist. Daraus folgt, dass im Beginn der Vergiftung, so lange der Nerv noch nicht total zerstört ist, die Leitung in demselben einen um so grösseren Widerstand zu überwinden hat, je weiter sie sich nach der Peripherie fortpflanzt. Von der Grösse dieses Widerstandes, welche offenbar mit der Länge des Nerven sehr rasch und nicht proportional zunimmt, muss es also abhängen, ob eine Erregung den Muskel noch zu erreichen vermag oder bereits vorher im Nerven erlischt.

Im Herzen können wir uns die Bahn der peripherischen Fasern fast beliebig kurz vorstellen, da keine entgegenstehenden Thatsachen vorhanden sind. Wenn mithin die Ganglienzelle dem vergifteten Nerven eine Innervationswelle zusendet, so wird die Erregung den Muskel noch hinreichend kräftig zu erreichen vermögen, weil der zu überwindende Leitungswiderstand mit dem sehr kleinen Factor der Nervenlänge multiplicirt erscheint. Innerhalb der kleinen Grenzen kann man ja die Function als proportional der Nervenlänge ansehen, während der totale Leitungswiderstand einer längeren Strecke allerdings ein bestimmtes Integral darstellt, dessen Element gleich ist dem Product aus dem variablen Leitungswiderstande in das Längendifferential des Nerven. Man müsste indessen, um diese Hypothese zu halten, noch zu der Annahme greifen, dass ein gegebenes sehr kleines Nervenstück erst beträchtlich lange Zeit nach der Vergiftung einen unendlich grossen Leitungswiderstand darbietet, was ja den Thatsachen durchaus nicht entgegen ist.

Fernere Untersuchungen müssen ergeben, welche dieser Anschauungsweisen der Wahrheit am nächsten kommen, da diese aus den bis jetzt bekannten Thatsachen mit Bestimmtheit nicht erschlossen werden kann."

Was die Funke'schen Versuche anbetrifft, welcher (siehe Berichte über die Verhandlungen der Kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, math. phys. Klasse. 1859. I. II. „Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des Urari und einiger anderer Gifte") gefunden hat, dass noch lange nach der Vergiftung der Froschnerven durch Urari dieselben den Nervenstrom, die negative Schwankung, die elektrotonischen Zustände und zwar sowohl an den motorischen als an den sensiblen Nervenwurzeln, in einem ausgezeichneten Grade zeigen, so sind bis jetzt allerdings die Resultate, welche ich am Myographion erhalten habe, in einem gewissen Widerspruch mit den seinigen, am Multiplicator beobachteten, in einem Widerspruche, den weitere Versuche aufklären müssen.

Für die allgemeine Physiologie sind die Versuche, soweit ich sie bis jetzt besprochen habe, insofern, wie ich glaube, von einigem Interesse, als wir ein ganz neues, einer besonderen Ka-

tegorie angehöriges Mittel durch dieselben kennen gelernt haben, durch welches wir im Stande sind, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung im Nerven beträchtlich herabzusetzen. Wir wissen bis jetzt, dass Kälte dieselbe herabsetzt, wir wissen, dass der Zustand des Elektrotonus verzögernd auf die Fortpflanzung der Erregung wirkt, wir kennen nun ein chemisches Mittel, welches dieselben verzögernden Einflüsse auf die Fortpflanzung der Reizung im Nerven ausübt. Wir wissen zwar durchaus noch nicht, wie alle diese Einwirkungen genauer zu definiren sind, allein man sieht ein, dass durch eine allmälige Ausbreitung unserer Erfahrungen über die Bedingungen, von denen die Fortpflanzung und die Geschwindigkeit derselben abhängt, sich der Weg anbahnen müsse zu den Versuchen, die Natur der Fortpflanzung der Erregung direct zu ergründen.

Zum Schlusse will ich noch auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher sich in all den Fällen, wo wir eine beträchtliche Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit beobachten, bis jetzt regelmässig gezeigt hat, und welcher sich auch bei den vorliegenden Versuchen vorfindet.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass durch die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die intramuscularen Nervenfasern der zeitliche Verlauf der Zuckung nach indirecter Reizung verändert und zwar bedeutend verzögert wird.

Durchmustert man nämlich die Tabelle II., so findet sich, dass die Abscissenwerthe, welche die Zeitdauer bezeichnen, deren der Muskel zur Verkürzung und Rückkehr zur früheren Länge bedarf, beim vergifteten Muskel bedeutend grösser ausfielen als beim unvergifteten.

Eine unmittelbare Anschauung der von den vergifteten Muskeln gezeichneten Curven ergiebt, dass diese viel gestreckter in ihrem Verlaufe sind, als alle Curven gleicher Höhe von unvergifteten Muskeln gezeichnet. Diese Verzögerung der einzelnen Verkürzungsstadien des Muskels nach indirecter Reizung macht sich sofort bemerkbar, sobald die Vergiftung so weit vorgeschritten ist, dass das normale Zuckungsmaximum nicht mehr

erreicht wird. Bei diesen Zuckungen verfliessen vom Anfang der Verkürzung bis zur Rückkehr zur früheren Länge im Durchschnitte 0,13—0,23 Secunden, während die kleineren Zuckungen unvergifteter Muskeln diese Stadien innerhalb 0,10 bis 0,14 Secunden zurücklegen.

Auf der anderen Seite finden wir, dass bei noch so weit vorgeschrittener Vergiftung die Zuckungen vergifteter und unvergifteter Muskeln nach directer Erregung mit einander congruent sind. Innerhalb der Muskeln kann also, so scheint es, die Ursache für die Verzögerung des zeitlichen Verlaufs der Zuckung nicht liegen. Wir müssen die Ursache in den Verhältnissen des vergifteten Nerven suchen. Wenn dies aber der Fall ist, so ist es, wie es scheint, nothwendig anzunehmen, dass der Vorgang der Erregung im Nerven nicht ein momentaner, im Verhältniss zur Zeitdauer der Zuckung der Zeit nach verschwindender sei, da sonst der zeitliche Verlauf der Beschleunigungen, welche der Nerv dem Muskel zusendet, sich durch den Zustand des Nerven nicht messbar ändern könnte, falls nur überhaupt noch beschleunigende Kräfte, welche die Zusammenziehung des Muskels bedingen, von dem Nerven auf den Muskel übertragen werden. Es liegt vielmehr äusserst nahe, sich vorzustellen, dass der Vorgang selbst der sogenannten einfachen Erregung gewissermassen aus einer Reihe von Stössen bestehe, die mit allerdings grosser Schnelligkeit in einer bestimmten Stärke auf einander folgend durch den Nerven zum Muskel hinabeilen, und hier in derselben Aufeinanderfolge eine unmittelbar auf einander folgende Reihe von Beschleunigungen erzeugen, in Folge deren der Muskel sich verkürzt. Lassen wir nun Einflüsse wie Kälte, elektrische Ströme, Einflüsse chemischer Art auf die Nerven einwirken, und gerathen die Molecüle im Inneren des Nervenrohres in einen Zustand grösserer Widerstandsfähigkeit, ohne dass der Muskel eine analoge Veränderung erleidet, wie dies doch bei der Einwirkung des Pfeilgiftes der Fall zu sein scheint, so würde aus einer Verzögerung des zeitlichen Verlaufs der Erregung im Nerven während der Fortpflanzung des Reizes ganz einfach und ungezwungen die Verzögerung im zeitlichen Verlaufe der Muskelzuckung sich ableiten lassen; denn nothwendiger Weise hängt

der zeitliche Verlauf der Zuckung mit der Form der Reizungswelle im Nerven innig zusammen. Die Erscheinungen beim Elektrotonus scheinen, wie ich später noch ausführlich mittheilen werde, ebenfalls für diese, schon von Helmholtz als wahrscheinlich aufgestellte Ansicht zu sprechen.

Aber als vollständig erhärtet ist diese Annahme noch nicht anzusehen, so viel Gewicht auch die an den vergifteten Muskeln beobachteten Thatsachen ihr zu geben scheinen.

Denn wir dürfen durchaus nicht annehmen, dass die Reizungsvorgänge, welche in den einzelnen Nervenprimitivfasern entstehen, alle gleichzeitig zum Muskel anlangen, da jedenfalls die Reizungen verschieden lange Wege zu durchlaufen haben, ehe sie in die einzelnen Muskelprimitivbündel gelangen. Die einzelnen Muskelprimitivbündel eines grösseren Muskels werden daher im Allgemeinen bei indirecter Reizung ungleichzeitig erregt, und zwar werden die Zeiten der Erregung der einzelnen Bündel um so mehr von einander abweichen, je mehr die Fortpflanzung in den intramuscularen Nervenfasern verlangsamt wird. Es werden demnach die Beschleunigungen, welche der Gesammtmuskel bei der einfachen Reizung vom Nerven aus erleidet, der Zeit nach um so mehr aus einander liegen, um so langsamer auf einander folgen, je mehr Widerstände im intramuscularen Nerven sich der Fortpflanzung der Erregung gegenüberstellen. Eine Verzögerung im zeitlichen Verlaufe der Zuckung wird hieraus nothwendigerweise folgen.

Ferner hängt der zeitliche Verlauf der Muskelzuckung nach indirecter Reizung von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Erregung in den Muskelprimitivbündeln sich fortpflanzt, da, wie wir wissen, nur an gewissen Stellen ihres Verlaufes die Muskelprimitivbündel Nerven und mithin den Reiz empfangen.

Es ist demnach erstens zu beweisen, dass die Verlangsamung der Fortpflanzung in den intramuscularen Nervenfasern bei der Vergiftung nicht ausreiche, um die beobachtete Verzögerung im zeitlichen Verlaufe der Muskelzuckung zu erklären, es ist zweitens darzuthun, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung im Muskel durch die Einwirkung des Pfeilgiftes nicht oder wenigstens nicht erheblich geändert werde. Erst dann,

wenn dies geschehen, können die an den Muskeln beobachteten Thatsachen als Beweis für die von uns angenommene Natur der Erregung gelten.

Resumé.

1. Durch die Einwirkung des Pfeilgiftes (Urari, Curare, Woorara) auf die motorischen Nerven wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Erregung innerhalb derselben fortpflanzt, herabgesetzt.

2. Diese Verlangsamung der Fortpflanzung tritt ein durch die Einwirkung des Giftes viel früher in den intramuscularen Nerven, bedeutend langsamer und später und bei grossen Gaben des Giftes in den motorischen Nervenfasern der Stämme.

3. Die durch den Einfluss des Pfeilgiftes erzeugte Verlangsamung der Fortpflanzung wächst mit fortschreitender Vergiftung mehr und mehr; sie ist mit einer stetig zunehmenden Abschwächung der Erregung während der Fortpflanzung verbunden, sie geht endlich über in eine totale Unfähigkeit des Nerven, Erregungen, die innerhalb desselben geschehen, weiter fortzupflanzen.

4. Als die grösste Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Nerven haben wir die Herabsetzung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Stamme des N. ischiadicus von 26 auf 5,5 Meter in der Secunde beobachtet.

5. Der zeitliche Verlauf der Muskelverkürzung nach directer Erregung wird durch die Einwirkung des Pfeilgiftes nicht geändert.

6. Der zeitliche Verlauf der Muskelverkürzung nach Erregung des Nerven wird mit zunehmender Verlangsamung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch die Einwirkung des Pfeilgiftes bis um das doppelte verzögert.

Die vorstehende Untersuchung wurde im Laboratorium der Universität zu Berlin ausgeführt, dessen Räumlichkeiten und Apparate mir Herr Prof. du Bois-Reymond gütigst zur Benutzung überlassen hatte. Ich ergreife die Gelegenheit, um demselben meinen innigsten Dank hierfür auszudrücken.

Jena, am 4. November 1859.

Ueber Blutaustritt und Aneurysmenbildung durch Parasiten bedingt.

Von

Louis Waldenburg.

Die inneren Organe der Frösche beherbergen vielerlei Kysten. Am häufigsten von diesen sind die rundwurmhaltigen, welche ich in der bei weitem grösseren Hälfte aller Frösche, die ich untersuchte, sowohl *Rana esculenta* als *temporaria*, fand. Sie gehören gewöhnlich den Häuten des Darmcanals an, ihr Lieblingssitz ist zwischen der Mucosa und Muscularis des Magens, auch wohl die Muscularis selbst, so dass sie als kleine dunkelbraune Punkte äusserlich am Magen hervorschimmern. Seltener begegnet man ihnen im Mesenterium, noch seltener innerhalb der Leber. Die Kysten haben meist eine linsen- oder nierenförmige Gestalt, ihre Grösse schwankt zwischen $^1/_8$—$^1/_2$'''. Sie sind von einer Bindegewebsmembran umgeben, die bald ein fibrilläres Gefüge zeigt, bald nur aus jungen Zellen und einer nicht faserigen, hyalinen Grundsubstanz besteht. Der Inhalt der Kyste ist eine braune, unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte gelb und zum Theil röthlich erscheinende Masse, welche der Kyste die Farbe giebt. Ihre Consistenz ist entweder hart und brüchig oder wachsartig, so dass sie sich mit dem Deckgläschen platt drücken lässt. Bald ist die ganze Masse gleichmässig gefärbt, bald, und zwar am häufigsten, theilt sie sich in einen breiten, gelben Rand und ein braunes oder rothes Centrum, welches beim Druck sich isolirt und für sich mit einer fibrillären, oft bindegewebigen Membran umgeben ist; bald endlich zeigt die Masse einen geschichteten Bau, so dass sie beim Druck in mehrere, etwa drei bis vier, concen-

trische, nach innen dunklere Schichten mit faseriger Umhüllung zerfällt.

Diese Masse, in welcher der Rundwurm eingebettet liegt, habe ich als Blut erkannt. Darauf geleitet wurde ich zuerst durch eine 0,25''' lange Kyste von ovaler Gestalt, die ich an dem Dünndarm eines Frosches fand. Dieselbe erschien von dunkelbrauner Farbe, unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte etwa gelbroth. Ihre Membran bestand aus zartem, jungen Bindegewebe, in welchem reichliche geschwänzte Zellen und Kerne, aber keine Spur von Faserung wahrgenommen wurde. Ihr Inhalt, von der bei der Kyste selbst beschriebenen Farbe, war weich und liess sich leicht platt drücken. Er bot in seiner ganzen Masse, am Centrum, wie an der Peripherie, ein gleiches Aussehn dar; überall war er aus feinen Körnchen zusammengesetzt. Die Körnchen lagen grösstentheils so gruppirt, dass sie den Inhalt runder Zellen mit theilweise zerstörter Zellmembran und nicht mehr sichtbarem Zellkerne bildeten. Darunter befanden sich noch Zellen mit unversehrter Membran, die nur ein fein granulirtes Aussehen hatten, und worin einzelne isolirte Körnchen noch nicht zu unterscheiden waren. Das ganze Bild machte vollkommen den Eindruck von geschrumpften farblosen und entfärbten rothen Blutkörperchen, die in der fettigen Degeneration begriffen sind. Die Farbe war diffus über das Ganze verbreitet. Einen Wurm habe ich in der Kyste nicht wahrgenommen. Dies hindert indess nicht, wie wir später auseinandersetzen wollen, dass die Kapsel dennoch einem Wurm ihren Ursprung verdankt, und ich unterwarf daher den Inhalt der Rundwurmkysten einer genaueren Untersuchung.

Dieser Inhalt ergiebt sich in den meisten Fällen ebenfalls vorzugsweise aus Körnchen zusammengesetzt, die sich bei Behandlung mit Aether als Fetttröpfchen ausweisen. Sehr oft erkennt man daneben zahlreiche krystallinische Tafeln von Cholesterin, die sich in Aether lösen und sich bei dessen Verdampfung überall auf dem Objectglase wieder als Krystalle niederschlagen. Nach Ausziehen des Fettes zeigt die Grundmasse ein schwammig poröses Aussehen; beim Druck treten

oft unregelmässige Fasern hervor, oft auch erscheint die Masse wie von feinen Canälchen durchsetzt. Dasselbe Aussehen gewährt häufig schon eine nicht mit Aether behandelte Kapsel, besonders deren am Rande befindliche gelbe Substanz. Man erkennt dann ebenfalls beim Druck jene Fasern und dazwischen wenige Fetttröpfchen eingestreut; wahrscheinlich ist in diesem Falle das übrige Fett schon zur Resorption gelangt. In sehr vielen Fällen sind derartige Fasern und Canäle im Inhalt der Kyste nicht wahrzunehmen, und dieselbe bietet dann neben den Fetttröpfchen und etwaigen Krystallen ein ganz homogenes Ansehen dar. Der Farbstoff, der, wie bereits angegeben, zwischen roth, braun und gelb schwankt, ist gewöhnlich diffus über die ganze Substanz verbreitet; häufig jedoch erscheinen, besonders im dunklen Centrum, braune, amorphe Pigmentkügelchen. In anderen Fällen endlich sind zahlreiche Hämatoidinkrystalle sichtbar, von gelber durchsichtiger bis rubinrother Farbe, meist in sehr kleinen Prismen oder in etwas grösseren, schmalen rhombischen Säulen, welche letztere zuweilen in einem Büschel zusammensitzen. Diese Krystalle sind gegen Reagentien sehr resistent, in Schwefelsäure lösen sie sich nur ganz allmählig. Jene diffus gelb gefärbte Masse, weniger die braune, erblasst schnell durch Kali, eben so wirkt concentrirte Schwefelsäure nicht nur auf die gelbe, sondern meist auch auf die rothe und braune Farbe.

Diese Eigenschaften des Kysteninhalts machen es wahrscheinlich, dass derselbe in der That in Veränderung begriffenes Blut sei. Die poröse Grundsubstanz wäre dann geronnenes Fibrin, und die Fasern und Canäle zum Theil der Ausdruck von Falten, zum Theil vielleicht die von Rokitansky als Canalisation beschriebene Umwandlung des Thrombus. Die gewöhnlich platte Gestalt der Nematodenkysten möchte auch nicht ganz unwichtig sein, indem diese auf einen ursprünglich weichen Inhalt, der durch den Druck der ihn umschliessenden Membranen abgeplattet werden konnte, hinweist. Eben so sind die später zu erklärenden, häufig in der Umgebung der Nematodenkapseln ausgestreuten braunen Pigmentmassen von Bedeutung.

Ausser dem beschriebenen Inhalt schliesst die Kyste den Rundwurm ein. Derselbe liegt meistens an der inneren Fläche der Kapsel und hat eine solche Länge, dass er bald ungefähr $^2/_3$, bald nahezu den ganzen Kystenumfang einnimmt, bald endlich denselben bei weitem überragt, so dass an einem Abschnitt des Randes der Schwanztheil neben dem Kopfe des Wurmes gelagert ist. In diesen Fällen sieht man bei einem gelinden Drucke den Wurm vermittelst seines Kopfes und spitzen Schwanzes die vorliegenden Theile nebst dem Bindegewebe der Membran mit ausserordentlicher Gewandtheit bei Seite drängen, was ihm dennoch nur sehr langsam gelingt. Endlich nach langer Mühe kommt er, oft noch besudelt von der Masse, die er passirte, zum Vorschein, und sobald er sich erst ganz befreit, bewegt er sich in den schnellsten Windungen, ähnlich einer Mückenlarve, so dass er immer unter dem Deckgläschen verschwindet und schwer zur Beobachtung festgehalten werden kann. An dem Munde des Rundwurms habe ich meistens deutlich drei Lippen wahrnehmen können, so dass derselbe also zur Gattung *Ascaris* gehören würde. Vom Munde läuft eine lange Speiseröhre bis zum cylindrischen Schlundkopf, wo der Darmcanal beginnt, der sich an der Spitze des Schwanzes öffnet. Der Schwanz selbst ist in einen Haken umgebogen, Geschlechtstheile sind nicht wahrzunehmen, zu welcher bekannten Species das Thier heranwächst, lässt sich demnach noch nicht bestimmen.

Der Wurm nimmt zwar am häufigsten den Umfang der Kyste ein, jedoch ist diese Lage keineswegs constant. Zuweilen liegt er gefaltet an einer Seite des Randes; zuweilen gehört er dem Rande überhaupt nicht an, sondern liegt gekrümmt oder zusammengerollt mitten in der Kyste, und zwar häufig so, dass er um das dunkle Centrum herum gelagert ist, und darüber hinaus sich in spiraligen Windungen fortsetzt. Sobald wirklich ein lebender Wurm in der Kyste vorhanden ist, erkennt man ihn, wenn er, um sich bewegen zu können, zu fest in der Kyste eingekittet liegt, doch immer an dem deutlichen Darmcanal. Oft jedoch bemerkt man nur einen hellen Streifen ungefähr von der Form und Grösse eines Rundwurms

dicht unter der Bindegewebsmembran, oder auch von der Gegend des Centrums beginnend und spiralig nach dem Rande verlaufend. Derselbe, wenn auch meist an Länge und Breite einem Rundwurm ähnlich, ist in seinen Grenzen verwischt, man kann weder einen deutlichen Anfang noch ein deutliches Ende wahrnehmen, noch weniger lässt sich ein Darmcanal erkennen. Dieser wurmartige, durch seine helle Farbe von der übrigen Masse hervortretende Streifen ist es, was Gros als erste Entwicklungsstufe des Nematods bezeichnet. Hierauf unter Anderem gründet derselbe seine Theorie, dass die Nematoden erst in der Kyste entstehen, und zwar aus eingekapselten Opalinen und Distomen. (Bulletin de la Société impériale des Natural. de Moscou, 1855.) Jenen hellen Streifen bezeichnet er mit „une espèce de vers Nématoides,“ und er hat Recht, denn derselbe ist kein Wurm, sondern nur einem solchen ähnlich. Ich konnte mich in der That überzeugen, dass ein Wurm nicht vorhanden war. Wenn die Kyste gedrückt wurde, zerbrach sie immer so, dass der wurmähnliche Streifen mit der übrigen Masse zerfiel, und dass dann oft genug die Spur eines Wurms überhaupt verwischt wurde. Eine Anzahl solcher Kysten mit wurmähnlichen, hellen Körpern legte ich in Alkohol; am anderen Tage fand ich die Masse gleichförmig, und keine Spur von einem wurmähnlichen Körper war mehr vorhanden; offenbar war der Alkohol in die Kysten eingedrungen und hatte eine gleichmässige Vertheilung des Inhalts bewirkt. Es ist mir unzweifelhaft, dass jener wurmartige helle Streifen nur die Lagerstätte des Wurms andeutet, dass der Wurm selbst aber bereits aus der Kapsel entwichen sei, und dass durch die Härte der Masse sich die Lücke, die er verlassen, nicht ganz ausgeglichen hat, wodurch diese Stelle heller erscheint. Daraus erklärt es sich, dass bei jenem Streifen die Grenzen verwischt sind, dass kein Darmcanal sichtbar ist, dass er mit der übrigen Masse beim Druck zerfällt und undeutlich wird, dass endlich jede Spur desselben durch Alkohol verschwindet. Man könnte auch annehmen, dass der Wurm in der Masse bereits untergegangen ist, was auch viele der genannten Erscheinungen bedingen würde, was aber die hellere Farbe des Streifens

schwerlich erklären könnte. Meine Vermuthung möchte durch Fälle folgender Art noch bestätigt werden. Eine ovale Kyste von $^1/_3$''' Länge, $^1/_5$''' Breite, umgeben von einer Membran aus jungem Bindegewebe, worin nur Zellen und noch keine Spur von Faserung der Intercellularsubstanz zu erkennen waren, enthielt auf der einen Seite eine andere, der genannten Bindegewebsmembran dicht anliegende, nierenförmige Kyste, wie wir sie vorher beschrieben, von dunklerer Farbe, umgeben von einer fibrillären Bindegewebsmembran. In dieser letzten Kyste wand sich ein heller Streifen mit sowohl seitlich als nach den Enden unbestimmten Grenzen und verlor sich an dem inneren Rande, um mich so auszudrücken, im Hilus der nierenförmigen Kyste, wo die Membran auf eine Strecke unterbrochen war. Ausserhalb der Kyste, an deren innerem Rande, eingeschlossen in der grossen Kapsel lag ein gekrümmter Wurm in einer spärlichen, hellen Masse, den Kopf dem Hilus der inneren Kyste zugekehrt. Dass in diesem Falle die innere Kapsel älter ist, lässt sich aus den Membranen erkennen. Es sind nur zwei Möglichkeiten, entweder kam der Wurm von aussen und legt sich an die ältere Kyste an, oder der Wurm kam aus der Kyste selbst, blieb aber, statt sich weiter zu bewegen, neben ihr liegen; in beiden Fällen wurde durch Erregung einer Entzündung eine neue Bindegewebsmembran zu Stande gebracht. Der helle, wurmähnliche Streifen, der sich bis zum Hilus, wo die Membran durchbrochen war, fortsetzte, und der, wie ich mich überzeugen konnte, entschieden kein Wurm war, macht den letzten Fall wahrscheinlicher.

Es kommen aber auch zuweilen Kysten vor, wo das Centrum einen deutlichen Rundwurm, und auch die Randpartie einen solchen enthält. In diesem Falle hat sich unzweifelhaft der Wurm des Randes um die vorher bestehende mittlere Kyste, d. i. das Centrum, herumgelagert und wurde daselbst eingekapselt. Es hat dann nämlich das Centrum immer eine eigene Membran. Diese Anlagerung des Rundwurms an schon bestehende Kysten zeigt sich besonders auch darin, dass wir zuweilen Nematoden am Rande solcher Kysten antreffen, die nicht denselben beschriebenen Inhalt darbieten, sondern ein anderes

Entozoon, z. B. degenerirtes Trematod enthalten. Andererseits finden sich zahlreiche Kapseln mit allen Eigenschaften der Nematodenkysten, in denen keine Spur eines Rundwurms vorhanden ist.

Wenden wir uns nun zu den übrigen Kysten, welche in den Organen der Bauchhöhle der Frösche ihren Sitz haben, so finden wir Entozoen der verschiedensten Gattungen daselbst eingekapselt. Am häufigsten, jedoch bei weitem nicht so häufig wie Rundwürmer fand ich *Holostoma urnigerum*, welches gefaltet oder auch spiralig gewunden in einer Bindegewebskapsel liegt. Die Cysten, welche ein lebendes *Holostoma urnigerum* enthalten, haften allen Organen der Brust und des Bauches an: dem Magen und Darm, dem Mesenterium, der Leber, den Nieren, den Geschlechtsorganen, dem Herzen, den Lungen, ferner der Bauchwand, der Wirbelsäule und selbst den Nerven und grossen Gefässen. Sogar innerhalb der Leber, den Nieren, den Bauchmuskeln, ja zwischen den Muskeln der Extremitäten liegen sie eingebettet. Seltener als *Holostoma urnigerum* sah ich lebende Distomen, noch seltener Opalinen enkystirt und zwar meistens an den unteren Partieen des Darmcanals, besonders am Rectum und Dünndarm, auch im Mesenterium. Häufiger beobachtet man eingekapselte Gregarinen.

Die Trematoden veranlassen, indem sie innerhalb ihrer Kapseln degeneriren, meist kuglige, von Bindegewebe umschlossene Kysten, von derselben Grösse, Farbe und Consistenz, wie die rundwurmhaltigen. Sie finden sich gewöhnlich in solchen Fröschen, wo zugleich zahlreiche lebende Trematoden eingekapselt sind, und dann oft haufenweise in allen Organen der Bauch- und Brusthöhle. In einigen sind die Entozoen nach ihrer Gattung zu erkennen, in den meisten jedoch sind dieselben grösstentheils schon degenerirt, und nur einzeln noch vorhandene Organe weisen auf ein zerstörtes Thier hin. So beobachtet man zuweilen grosse, spiralige Gefässe des Trematoden, häufiger zusammenhängende Hautstücke, theilweise zerfallen und gefaltet, so dass sie oft das Aussehen von breiten Canalen mit davon abgehenden Seitencanälchen darbieten. Daneben erscheint ein feinkörniger Detritus, dessen Körnchen

sich durch ihr Verhalten gegen Aether, ferner durch eine gewisse Unregelmässigkeit wesentlich von den Fetttröpfchen der rundwurmhaltigen Kysten unterscheiden. Zwischen den mehr unregelmässig gestalteten Körnchen liegen regelmässigere, die ebenfalls sich nicht als Fett erweisen, sondern wahrscheinlich die Reste der Excrete des Thieres sind. Diese Excrete sind beim lebenden Thiere — ich betrachte hier besonders *Holostoma urnigerum* — Körner von verschiedener Grösse, von denen die kleineren durch Schwefelsäure und Salpetersäure nicht angegriffen, die grösseren dadurch unter Kohlensäure-Entwickelung so weit aufgelöst werden, dass auch von ihnen nur kleine Körnchen zurückbleiben. Wahrscheinlich werden auch bei der Degeneration des Thieres die Excrete auf jene kleinen, selbst in den stärksten Säuren unlöslichen Körnchen reducirt; durch Zusatz von Schwefelsäure oder Salpetersäure entwickelt sich nämlich aus den die degenerirten Entozoen enthaltenden Kysten keine Kohlensäure. Die Farbe, welche meist diffus, oft aber auch an amorphes Pigment gebunden ist, stimmt ganz mit der der rundwurmhaltigen Kysten überein, nur dass sie häufig, jedoch nicht regelmässig, durch Kali tief dunkel wird. Wird nun durch die Farbe die Aehnlichkeit mit den Nematodenkysten schon bedeutend, so wird dieselbe noch dadurch gesteigert, dass hier ebenfalls der Kysteninhalt in mehrere Schichten, sehr oft sogar auch in ein dunkles Centrum und eine hellere Randpartie zerfällt. Die Schichtung der Masse findet ihre leichte Erklärung in der gefalteten oder spiraligen Lage des Wurms, in welcher man ihn schon beim Leben innerhalb der Kapsel beobachtet. Wie aber verhält es sich mit der Farbe? Aus dem Farbstoff besonders haben wir den Inhalt der Nematodenkysten als Blut erwiesen, und nun begegnen wir einem ähnlichen und vielleicht ganz gleichen Farbstoff bei Kysten mit einem ganz anderen Ursprung. Sind wir noch berechtigt, dennoch die Füllungsmasse der Rundwurmkapseln für Blut zu halten? Ich glaube, dass dies kein Hinderniss darbietet. Die Möglichkeit liegt vielmehr sehr nahe, dass die Trematoden schon beim Leben einen dem Blut ähnlichen Farbstoff besitzen, der dann bei der Schrumpfung des Thieres concen-

trirter hervortritt. Ja, die Vermuthung ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass die Entozoen ihren Farbstoff vielleicht dem Blute ihres Wirthes selbst verdanken. Ich untersuchte mehrere in ihren Kysten noch lebende *Holostomata urnigera* und fand eine dunkelbraune bis rothe, meist körnige Masse im Darmcanal angehäuft und sich darin peristaltisch bewegend, während der übrige Körper nur wenig gefärbt erschien. Innerhalb jener dunkelbraunen Masse, welche durch Schwefelsäure hell wurde, fand sich auch amorphes rothes Pigment von derselben Beschaffenheit, wie das aus Blut hervorgegangene. Man trifft die Holostomen oft so in ihrer Kapsel gelagert, dass ihr Körper zusammengerollt und der grösste Theil der dunkel gefärbten Masse an einem einzigen Punkte des Darmcanals concentrirt ist. Diese Stelle, wo der Farbstoff schon beim Leben des Wurmes aufgespeichert wurde, bildet dann bei der Degeneration der Kyste das dunkle Centrum, während die übrige, wegen der Windung des Wurms geschichtete Masse bei weitem heller gefärbt ist. Dass gerade der färbende Stoff sich im Darmcanal des lebenden Thieres befindet, von dem er wahrscheinlich durch Diffusion zum übrigen Körper gelangt, scheint die Vermuthung zu begünstigen, dass der Farbstoff dem Entozoon von aussen durch die Nahrung komme und wahrscheinlich vom Blut herrühre. Lieberkühn beschreibt in Müller's Archiv 1854. S. 349 kolbenförmige, gelbrothe Körperchen, welche auf der Schleimhaut der Harnblase mancher Hechte aufsitzen und Psorospermien enthalten. G. Meissner hatte unabhängig in denselben Körperchen Hämatoidinkrystalle gefunden (a. a. O. S. 350.). Diese Körperchen sollen keine Kystenmembran besitzen. Es ist fast gewiss, dass es gregarinenartige Thiere sind, die sich in Psorospermien umwandeln. Die Haematoidinkrystalle und die gelbrothe Färbung rühren wahrscheinlich von verändertem Blute her, welches die Thiere beim Leben in sich aufgenommen haben.

Indess mögen wir nun eine selbständige, dem Blutfarbstoff ähnliche Substanz in den Entozoen annehmen, mögen wir dieselbe dem Blute ihrer Wirthe zuschreiben: immerhin kann die Aehnlichkeit des Farbstoffs in den Trematodenkysten den

Ursprung der innerhalb der Nematodenkysten enthaltenen Masse aus Blut nicht widerlegen.

Bot der Vergleich der Rundwurm- mit den Trematodenkysten in Betreff unserer Behauptung, dass erstere Blut enthalten, Schwierigkeiten dar, so ist dafür ein anderer Vergleich mit unzweifelhaften Blutkysten im Stande unsere Ansicht zu bekräftigen.

In Müller's Archiv 1841 (S. 451—453) beschrieb Remak Hornfäden, die er im Mesenterium der Frösche fand. Ich habe dieselben einer näheren Untersuchung unterworfen. Sie sind von verschiedener Grösse und erreichen selbst eine Länge von mehreren Linien, sie kommen sowohl im Mesenterium als im Magen und Darmcanal vor. Sehr oft sieht man sie vom Mesenterium in den Darmcanal übergehen. Bei den grösseren Fäden des Mesenteriums beobachtete ich oft schon mit blossem Auge, dass sie im Verlauf der Gefässe liegen; unter dem Mikroskope wird dies bestätigt. Man bemerkt dann nämlich einen Hornfaden von der von Remak beschriebenen Form dunkelbraun gefärbt in einer gelben bis braunen, hohlcylindrisch ihn umgebenden Masse liegen und diese überall von einer Bindegewebsmembran umkleidet, so dass ein vollständig geschlossenes Rohr um den Hornfaden gebildet wird. Zuweilen sieht man beide Enden des Rohrs sich in Gefässe fortsetzen; oft jedoch bemerkt man an dem einen, meist etwas breiteren Ende keine Verbindung mit einem Gefässe, während von dem anderen Ende eine Arterie gewöhnlich knieförmig abgeht, oder zwei Arterien daselbst gabelförmig nach verschiedenen Richtungen verlaufen. Während die Breite des Hornfadens ungefähr $^1/_{80}'''$ beträgt, ist die Breite des ihn umgebenden Rohres etwa $^1/_{20}'''$, und das eine oder die beiden vom peripherischen Ende abgehenden Gefässe sind ungefähr gleich oder etwas schmäler als der Hornfaden. In vielen Fällen endlich, besonders in den Häuten des Darmcanals und wo die Fäden kurz sind, findet man sie innerhalb jener gelben Masse von einer Kystenmembran eingeschlossen, ohne dass man davon abgehende Gefässe an dem einen oder dem anderen Ende bemerkt.

Betrachten wir zuerst die mit Gefässen zusammenhängenden

Hornfäden, so ist es sicher, dass das Rohr, worin die Fäden liegen, das erweiterte Arterienrohr, und dass die gelbe Masse, worin der Hornfaden eingebettet liegt, ein Thrombus ist. Die Erklärung liegt nahe, dass jene Hornfäden fremde, von aussen kommende Körper, wahrscheinlich Borsten irgend eines Thieres sind, welche auf irgend eine Weise in den Blutlauf des Frosches gelangten. An jener Stelle der Blutgefässe blieb die Borste stecken, entweder wegen zu grosser Enge des Gefässes, oder weil dasselbe eine Biegung macht, an welcher die lange, steife Borste nicht vorüber kann, oder endlich, weil dort zwei engere Gefässe gabelförmig abgehen und der Hornfaden am Theilungspunkte in seiner Bewegung gehemmt wurde. Durch das Stocken der Borste im Gefässe und das dadurch bewirkte Hinderniss für den Blutabfluss erweitert sich die Arterie an dieser Stelle und bewirkt ein Aneurysma verum, meist ein Aneurysma verum cylindricum. Oft stösst der Hornfaden mit seinem Ende gegen die Arterienwand, indem er, um durch einen schief abgehenden Ast durchzukommen, selbst in eine schiefe Stellung durch das in dieser Richtung strömende Blut gebracht wird. Da seine Länge das Durchgehen dennoch nicht gestattet, so wird der Faden in querer oder schiefer Richtung in dem Arterienrohr eingezwängt, und es bildet sich ein mehr unregelmässiges, theilweise sackförmiges, sehr breites, wahres Aneurysma. In vielen Fällen trifft man zwei Hornfäden in demselben Rohre, indem, wenn mehrere fremde Körper sich in der Circulation befinden, der eine natürlich da am leichtesten stecken bleibt, wo durch das Stocken des anderen schon früher ein grösseres Hinderniss bewirkt ist. Man findet dann beide Fäden parallel neben einander liegen, oder auch oft sich kreuzen. In dem letzteren Falle ist das Aneurysma nicht regelmässig cylindrisch, sondern unregelmässig ausgebuchtet, wo der quere Faden gegen die Arterienwände stösst. Durch das Hinderniss der Blutströmung, das entstandene Aneurysma, und ganz besonders durch den fremden Körper, der überdies mit zahlreichen seitlichen Haken besetzt ist, gerinnt natürlich das Blut, und das Aneurysma füllt sich mit einem Thrombus, in dessen Mitte sich der Hornfaden befindet. Der Thrombus organisirt

sich an seiner Oberfläche und wird mit Bindegewebe, auch gegen die zu- und ablaufenden Gefässe hin, verschlossen. Der Thrombus geht seine Metamorphose ein und ergiebt so jene gelbe Masse, von welcher der Hornfaden umkleidet ist. Der Gefässstamm obliterirt allmählig, wo er durch den Thrombus dem Blutstrom entzogen wird, und so kommt es, dass man bald an dem einen, bald an beiden Enden den Zusammenhang mit Gefässen nicht erkennen kann, und dass man oft den den Hornfaden einschliessenden Thrombus als eine lose, am Gewebe liegende Kyste antrifft.

Die gelbe Masse, von der, da sie in den Gefässen selbst ihren Sitz hat, wohl Niemand zweifeln wird, dass sie verändertes Blut sei, sieht dem Inhalt der Nematodenkysten vollkommen ähnlich. Die Hornfadenkyste, um mich so auszudrücken, ist ziemlich resistent, da ihr der innere, feste Faden als Halt dient; jedoch gelingt es durch Druck, einen Theil der gelben Masse, nebst der Bindegewebsmembran zu trennen, wobei dann der Hornfaden an seinem einen Ende von seiner Umkleidung entblösst wird. Die gelbe Thrombusmasse erscheint dann bald ganz mit Fetttröpfchen erfüllt, bald sind dieselben nur in geringer Quantität vorhanden, indem das übrige Fett wahrscheinlich bereits resorbirt ist. Oft sind spärliche Cholesterinkrystalle im Thrombus zerstreut. Innerhalb der gelben Masse findet man häufig braunes, amorphes Pigment angehäuft. Der Thrombus erblasst durch Schwefelsäure schnell, auch Kali macht besonders die gelbe Substanz heller. Wir sehen also in allen Stücken die Uebereinstimmung dieses Thrombus mit dem Inhalt der Nematodenkysten und können dadurch unsere Annahme, dass letztere Blut enthalten, unterstützen.

Rings herum in der Umgebung des Hornfadenthrombus finden wir sehr häufig braunes Pigment in das gesunde Gewebe eingestreut. Dasselbe bemerken wir auch ziemlich oft in der Nähe der Nematodenkyste. In beiden Fällen glaube ich dies so erklären zu können, dass durch kleine Rupturen des erweiterten und dadurch sowohl wie durch den Reiz des fremden Körpers lädirten Gefässes geringe Quantitäten Bluts ausgetreten sind, die sich in Pigment umsetzten.

Die Hornfadenthromben im Mesenterium zeigen, besonders wenn sie lang oder in grösserer Anzahl vorhanden sind, in ihrer Umgebung eine Reihe von Kysten. Die Menge derselben ist häufig eine sehr reiche, ich zählte einmal gegen zwanzig, Die Kysten sind meist kuglig, oft jedoch ziemlich unregelmässig, von verschiedener Grösse, sie variiren etwa zwischen $^{1}/_{40}$ und $^{1}/_{10}'''$ im Durchmesser. Sie sind von einer Bindegewebsmembran umgeben und haben denselben gelben, oft mit braunem Pigment untermischten Inhalt, wie der Thrombus selbst. Sie reagiren gleich auf Kali und Schwefelsäure und enthalten ebenfalls Fetttröpfchen. Häufig zeigen sie die bei den Nematodenkysten erwähnte Faserung und Canalisation, die hier oft zierlich, netzförmig auftritt. Ziehen wir die Nematoden- und Gregarinenkapseln, die zuweilen ihnen beigemischt sind, ab, so glaube ich, dass sie reine Blutkysten seien. Sieben derselben sah ich einmal dem den Hornfaden einschliessenden aneurysmatischen Arterienrohr dicht ansitzen, theils sogar von der Gefässscheide umgeben. Wenn auch nirgends das Arterienrohr eine Oeffnung zeigte, durch welche sich der Thrombus in den Kysteninhalt fortsetzte, so glaube ich doch annehmen zu können, dass jene Kysten durch grössere Extravasate aus dem erweiterten Arterienrohr sich gebildet haben. Die Oeffnung, durch welche die Hämorrhagie erfolgte, kann sich leicht wieder geschlossen haben. Die Kysten wären also abgekapselte Aneurysmata spuria circumscripta.

Die beschriebenen Cysten haften nicht nur der vom Hornfaden verstopften Arterie selbst an, sondern befinden sich auch in der Umgegend derselben im Verlaufe anderer mit ihr zusammenhängender Gefässe, und zwar sitzen sie entweder an diesen als falsche Aneurysmen, oder, wie ich einige Mal sah, bilden sie an ihrem Ende eine Erweiterung, also ein Aneurysma verum, über welches hinaus das Gefäss sich nicht weiter verfolgen liess.

Die Entstehung dieser Blutkysten oder Aneurysmen lässt sich leicht erklären. Die Verstopfung nämlich einer Arterie oder mehrerer — denn wir sehen, dass jene Kysten am häufigsten mit mehreren Hornfäden combinirt sind — bewirkt

einen hohen Druck nicht nur in den betroffenen, sondern auch in den seitlichen Gefässen, indem durch letztere jetzt eine grössere Menge Blut durchgedrängt wird. Die Gefässe können sich dem gesteigerten Druck nicht accommodiren, es entstehen einerseits in ihren Wandungen Rupturen und Hämorrhagien, und das ausgetretene Blut wird enkystirt, andererseits erweitert sich das Gefässrohr, es kommt ein Aneurysma verum zu Stande, worin ebenfalls das Blut gerinnt, während das damit zusammenhängende Gefäss obliteriren kann.

Kehren wir nun zu den Nematodenkysten zurück, so finden wir, wie die Beschreibung lehrte, den Inhalt derselben übereinstimmend mit der Umhüllungsmasse des Hornfadens und mit dem Inhalt der den Hornfaden umgebenden Blasen, ein Umstand, der den letzten Zweifel über die Blutnatur der Rundwurmkapseln zu beseitigen vermag. Wir können sogar noch einen Schritt weiter gehen und auch einen gleichen Ursprung für beide beanspruchen. Die Nematoden gelangen auf irgend eine Weise in das circulirende Blut des Frosches. Dass sie hineinkommen können, wird um so weniger auffallend erscheinen, wenn selbst starre Borsten ihren Weg hinein finden. Auch ist es nichts Neues, dass Entozoen im Blute vorhanden sind. Valentin entdeckte bereits 1841 Amöben im Blute von *Salmo fario* (Müller's Archiv 1841), A. F. J. Mayer fand im Froschblut eine Amoebe, die er *Amoeba rotatoria* nannte, welche von Siebold jedoch nicht für ein Thier, sondern für eine irgendwie in's Blut gelangte undulirende Membran erklärt (v. Siebold über undulirende Membranen in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. II. S. 362); im Blute der Regenwürmer erkannte N. Lieberkühn ebenfalls eine reichliche Anzahl Amöben (Evolution des Grégarines par N. Lieberkühn, p. 18; Académie royale de Belgique, T. XXVI des Mémoires couronnés et Mém. des Savants étrangers). Im Pfortaderblut des Menschen hat Bilharz in Cairo ein lebendes Distom, *Dist. haematobium*, entdeckt (Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. IV.). Nematoden sind zwar noch nicht im Blute vorgefunden worden, aber dies hat seinen natürlichen Grund darin, dass sie nicht

im Blute zu verharren, sondern vermittelst der Circulation an einen ihrer Entwickelung günstigen Ort geführt zu werden bestimmt sind. Für den geeignetsten Ort ihres Eintritts in die Gefässe möchte ich bei den Fröschen die Lunge, bei den Fischen die Kiemen halten. Auf den Kiemen des Schleies, der in seiner Bauchhöhle gleichfalls viele Nematoden in ähnlichen Kysten, wie der Frosch, beherbergt, habe ich einige kleine, sich lebhaft bewegende und zusammenrollende Nematoden mit noch nicht deutlich entwickelten Organen vorgefunden.

Die Nematoden gelangen in's Herz, von dort in die Arterien, und da sie geschmeidiger und dünner sind, werden sie weiter in den Körper hineingetrieben, und bleiben in vielen Fällen vielleicht in den Capillaren stecken. Deshalb trifft man ihre Kysten selten im Mesenterium, hier kann man meistens noch ihren Zusammenhang mit den Gefässen nachweisen; am häufigsten begegnet man ihnen dagegen in den Membranen des Darmcanals, wo man sie indess nur selten mit einem grösseren Gefässe zusammenhängen sieht, und zuweilen auch in der Leber. Die Bildung der Kysten lässt sich einfach auf folgende Weise erklären: In den feineren Arterien angekommen, oder oft vielleicht erst in den Capillaren, bilden die Rundwürmer gleich den Hornfäden Aneurysmen. Durch den Druck, auch wohl durch den Stoss des Kopfes oder den Stich des spitzen Schwanzes bewirken sie gewiss leicht Ruptur der Gefässe, dadurch Blutausfluss und Aneurysmata spuria vel traumatica, wo freilich das Trauma, gegen den gewöhnlichen Vorgang, nicht von aussen nach innen, sondern von innen nach aussen einwirkte. In dem Aneurysma bildet sich ein Thrombus, in welchem oder um welchen der Rundwurm sich lagert. In dem letzten Falle, wo der Wurm den Thrombus umgiebt, schlägt sich eine neue Thrombusschicht um den Rundwurm nieder, und wir erhalten dadurch die so häufige Form der Nematodenkysten, welche aus einem selbständigen Centrum und einer um dasselbe gelagerten Schicht, die den Rundwurm einschliesst, besteht. Auch die Falle, wo die Kyste aus mehreren Schichten zusammengesetzt ist, erklären sich leicht aus den nach einander folgenden Niederschlägen neuer Thrombusmassen. Der Wurm,

nachdem er das Aneurysma und dadurch einen Thrombus verursacht, braucht an dieser Stelle nicht zu verbleiben, er kann sofort sich einen neuen Ort aufsuchen, und so kann ein Wurm mehrere Blutkysten erzeugen, ohne sie zu bewohnen. Es mögen auf diese Weise die so reichlichen leeren Blutkysten, die keine Spur eines Wurms enthalten, entstanden sein, abgesehen von den Fällen, wo der Rundwurm seine Kyste, nachdem er sie eine Zeit lang bewohnt, verlässt, und wo er, wie wir bereits gesehen, oft die Spur seiner Lagerstätte zurücklässt. Endlich könnten auch, ebenso wie bei den Hornfädenkysten, durch den vermehrten Druck sich spontane Aneurysmen bilden und dadurch die Zahl der leeren Blutkysten noch vermehrt werden. Umgekehrt kann auch ein Rundwurm zu einer schon gebildeten Nematoden-, oder auch Gregarinenkyste, die an derselben Stelle vorkommt und wahrscheinlich ähnlich an den Gefässen entsteht, gelangen, sich daselbst herumlagern und auf diese Weise die Entstehung von Kysten mit zwei Rundwürmern oder Gregarinenkysten mit einem Rundwurm am Rande bewirken.

Verlassen wir nun die Nematodenkysten. Was am meisten hierbei unsere Aufmerksamkeit auf sich zog, waren die durch die Rundwürmer bedingten Blutextravasate und Aneurysmen; sehen wir nun zu, ob nicht auch andere Entozoen ähnliche Kysten hervorbringen.

In der Milz verschiedener Thiere fand Kölliker (Mittheilungen der Züricher naturforschenden Gesellschaft, Juni 1847) blutkörperhaltige Zellen und Pigmenthaufen, die er für veränderte Blutextravasate hielt. In der Milz der Fische sind diese Extravasate in Blasen, welche den Gefässen anhängen, eingeschlossen. Er hielt die Extravasate für eine physiologische Erscheinung und schloss daraus, dass die Milz ein Organ sei, in dem die Blutkörperchen massenhaft zu Grunde gehen. Ecker trat dieser Behauptung Kölliker's bei (Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rat. Med. 1847). Gerlach entscheidet sich dem gegenüber dahin, dass die Milz eine Bildungsstätte für Blutkörperchen sei, dass die Blutkörperchen in jenen Heerden entständen und von dort in's Blut übergingen (Henle's und Pfeufer's Zeitschr. 1848; mit einigen Modificationen

in Gerlach's Gewebelehre). Remak tritt den genannten Forschern entgegen (Müller's Archiv 1852, wo er zugleich die vollständige Literatur über diesen Gegenstand angiebt, S. 115—118). Er beschreibt runde Blutgerinnsel als Leichenerscheinung und läugnet das Vorkommen blutkörperhaltiger Zellen im lebenden Organismus. Die Pigmenthaufen weist er als etwas Pathologisches nach. Er spricht sich dagegen aus, dass dieselben Blutextravasate seien, will sie vielmehr aus veränderten Parenchymzellen, beim Frosch aus Fettzellen herleiten. Was für uns aber besonders wichtig ist, er entdeckt in den Pigmentblasen der Fische, nicht nur in der Milz, sondern auch in Leber und Nieren Psorospermien. Sowohl in den Schleien fand er dieselben, als ganz besonders in den Plötzen, deren Pigmentfollikel „fast immer deutliche ungeschwänzte Psorospermien in beträchtlicher Menge enthalten, die ohne alle nachweisbare Ordnung zwischen den pigmentkugelhaltigen Zellen liegen.“ Kölliker nahm seinen Ausspruch, dass die Pigmentkugeln der Milz eine physiologische Bedeutung haben, zurück und lässt dieselben als pathologisch gelten; dagegen hält er die Ansicht von den blutkörperhaltigen Zellen und den Pigmentkugeln als Extravasaten fest. In dem letzteren sind ihm auch die Meisten beigetreten; auch Virchow erkennt die Extravasate an und erklärt die blutkörperhaltigen Zellen so, dass Blutkörperchen von aussen in die präexistirenden Zellen hineingelangen.

Leydig hält die Pigmentblasen in der Milz der Fische für aequivalent den Malpighi'schen Körperchen der Säugethiere.

Ich kann mich nach meinen Untersuchungen der am meisten herrschenden Ansicht anschliessen. Dass die Pigmentblasen nichts Physiologisches, sondern etwas Krankhaftes sind, das wird am besten durch die Fälle bewiesen, in denen man sie gänzlich vermisst. In einem kleinen, etwa 3" langen Schlei fand ich keine Spur von Pigmentfollikeln, eben so wenig in einigen Barschen. Auch kommen die Follikel nicht der Milz allein, sondern auch der Leber, den Nieren und selbst den Peritonealblättern zu. Es scheint mir ferner unzweifelhaft, dass die Pigmenthaufen, wenigstens bei den Fischen, wo sie

in Membranen eingeschlossen, den Gefässen ansitzen, Extravasate sind. Ihr ganzes Aussehen, ihre Aehnlichkeit mit Blutkörperchen, zu denen fast sichtbare Uebergänge vorhanden sind, ihr Sitz an den Gefässen und in der Gefässscheide, ja ihr häufiger Zusammenhang mit dem Gefässlumen selbst, alles drängt zu dieser Ansicht hin. Extravasate finden also statt, und zwar nicht aus physiologischer Ursache, sondern durch irgend eine pathologische Bedingung. Welches ist nun der Grund zum Blutaustritt? Der Schlüssel zur Beantwortung dieser Frage ist schon von Remak geliefert worden, nämlich durch die Entdeckung der Psorospermien in jenen Follikeln. Ich habe Remak's Beobachtungen wiederholt und habe sie nicht nur beim Schlei und Plötz bestätigt gefunden, sondern habe auch in den Milzfollikeln der Barsche und Hechte, wo Remak die Psorospermien nicht erwähnt, dieselben nicht vermisst. Es zweifelt jetzt wohl Niemand mehr daran, dass die Psorospermien von Gregarinen und gregarinenartigen Amoeben stammen und diese Thiere wieder zu erzeugen bestimmt sind. Das Vorhandensein von Psorospermien in jenen Follikeln deutet also mit Gewissheit auf ein Entozoon, aus dem sie entstanden sind. Es handelt sich demnach nur um die Frage: ist die Amoebe oder Gregarine in die vorher schon bestehende Pigmentblase eingewandert? oder hat sich das Extravasat erst, nachdem das Thier sich bereits an jener Stelle festgesetzt hatte, gebildet, ist das Entozoon die Ursache des Extravasats? Würden die Pigmentfollikel schon vor dem Eintritt der Entozoen bestanden haben, so wäre es wirklich unerklärlich, dass die unbewaffneten Thierchen sich gerade in die harten Follikel ihren Weg bahnten und sich nicht lieber in dem weichen Parenchym zu ihrer weiteren Entwickelung niederliessen. Wir müssten nämlich in dem letzten Falle zugleich annehmen, dass die Thierchen nicht in den Gefässen, sondern im Parenchym selber wanderten; denn sobald man sie im Blute enthalten sein lässt, könnte man auch nicht die Bildung von Extravasaten oder Aneurysmen in Abrede stellen. In der Milz der Fische, die ich untersuchte, habe ich aber nie Psorospermien entfernt von den Gefässen im Parenchym selbst angetroffen. Auch sind die

Gefässe gewiss der natürlichste Weg, auf dem die Thiere in die verschiedenen Organe, Milz, Leber, Nieren, Peritoneum gelangen können. Bei einem Fische, *Salmo fario*, hat Valentin lebende Amöben im Blute entdeckt, und es ist wahrscheinlich — denselben zu untersuchen hatte ich keine Gelegenheit —, dass er, wie die übrigen Fische, ebenfalls psorospermienhaltige Pigmentfollikel in der Milz einschliesse. Ebenso scheint es fast unzweifelhaft, dass auch andere Fische zu einer gewissen Zeit gregarinenartige Thiere im Blute beherbergen. Es ist natürlich nur ein glücklicher Zufall, wenn man die Thiere in dem Momente, wo sie noch nicht enkystirt sind, im Blute überrascht. Haben ja andere Beobachter auch im *Salmo fario* die schon entdeckte Amöbe nicht wiederfinden können, wie z. B. N. Lieberkühn (Evolution des Grégarines p. 18). Indessen, wenn man auch nicht die lebenden Amöben selbst im Blute der Fische anzutreffen Gelegenheit hat, so findet man doch häufig Psorospermienbehälter, also die weitere Entwickelungsstufe dieser Thiere, an der inneren Gefässwand festsitzen. Auch Remak erwähnt einen solchen Fall aus den Nieren des Schlei's mit folgenden Worten (a. a. O. S. 145): „In einem Falle fand ich an einem dickwandigen Blutgefässe von $^1/_{12}$''' Durchmesser gegenüber einem Pigmentfollikel ein mit der Gefässwand verwachsenes Bläschen von ca. $^1/_{15}$''', das von ungeschwänzten Psorospermien ganz erfüllt war."

Fügt man zu diesen Thatsachen noch hinzu, dass die Follikel zuweilen dicht gedrängt neben einander Psorospermien und ausserdem nur wenig Pigmentkügelchen enthalten, so wird man vollends von der Ansicht abgelenkt, als seien die Thiere von aussen in die präexistirenden Pigmentblasen hineingelangt. Es scheint mir demnach mehr als wahrscheinlich zu sein, dass die Amöben durch den Blutstrom in Milz, Leber, Nieren, Peritoneum fortgeführt werden, sich dort an den Gefässen festsetzen und sowohl durch den Druck gegen die Gefässwand, als auch durch die Hemmung des Blutstroms Aneurysmen und Blutextravasate erzeugen. Schon Kölliker bemerkt, dass die Pigmentblasen sich wie „pathologische Aneurysmata spuria" ausnehmen (Kölliker, Gewebelehre 1859, S. 462.). In der

That werden solche Aneurysmata spuria entstehen, wenn durch den Druck des Entozoon gegen die Gefässwand dieselbe lädirt und dadurch Blutaustritt in die Gefässscheide bewirkt wird. Es bilden sich auf diese Weise nicht nur sackförmige Aneurysmen, also die genannten Pigmentblasen, sondern das Blut diffluirt oft auch zwischen die Gefässscheide und das Gefäss und ergiebt eine Art von Aneurysma dissecans. Wenn nun das Blut in dem letzteren gerinnt, so resultiren daraus die so überaus häufigen Befunde von langen Blutstreifen innerhalb der Gefässscheide. Aber nicht nur falsche, sondern auch wahre Aneurysmen kommen zu Stande. In der Leber des Schlei's fand ich ein breites Gefäss mit dicken Wandungen sackförmig erweitert; das sackförmige, wahre Aneurysma enthielt Pigmentkugeln und Psorospermien. Die sackförmige Erweiterung war von dem Gefässlumen durch eine dünne, faserige, nach innen convexe, also das Gefässlumen verengende Membran abgeschlossen. Vielleicht regenerirt sich aus dieser Membran eine neue Gefässwand, so dass auf diese Weise ebenfalls eine von aussen der unverletzt erscheinenden Gefässwand ansitzende Kyste hergestellt wird.

Es ist möglich, dass auch noch eine zweite Art des Blutverbrauchs durch die in Psorospermien sich umwandelnden Thiere zu Stande kommt, in der Weise, dass dieselben beim Leben Blut in sich aufnehmen, welches sich weiter in Pigment umsetzt. Dies machte es erklärlich, dass die Psorospermien sowohl in der Mitte als am Rande des Pigmentfollikels zerstreut liegen. Auch die Fälle, worin die Kysten ganz mit Psorospermien erfüllt sind und im Inneren nur wenig Pigment enthalten, scheinen darauf hinzudeuten. Zuweilen traf ich solche Psorospermienkysten mit wenig Pigment im Inneren, aussen von einer braunen Pigmentschicht umgeben; in diesem Falle würden sich also beide Arten des Blutverbrauchs, die Aufnahme von Blut in den Thierkörper einerseits, das Gerinnen von Blut in dem durch das Entozoon gebildete Aneurysma andererseits vereinen.

Man trifft aber auch Kysten an den Gefässen, die nur Psorospermien enthalten, anderentheils solche, in denen man nichts

als Pigmentkugeln wahrnehmen kann. Aus ersterem geht nun hervor, dass die psorospermienbildenden Thiere sich so in den Gefässen lagern können, dass sie, ohne Blutgerinnung zu bewirken, für sich enkystirt werden. Besonders in der Leber aber findet man häufig, dagegen in der Milz nur äusserst selten, solche nicht pigmentirte Psorospermienkysten. Vielleicht stammen dieselben hier nicht allein aus den Gefässen, sondern auch aus den Gallengängen, deren Lauf die Follikel ebenfalls folgen. Was endlich die nur Pigmentkugeln und keine Psorospermien enthaltenden Blasen anbetrifft, so erklärt sich ihre Bildung auf gleiche Weise wie bei den Nematodenkysten: sowohl kann ein Entozoon mehrere Aneurysmen erzeugen, die es nicht zu bewohnen braucht, indem es dieselben, bevor es zur Enkystirung kommt, verlässt; als auch können durch den gehinderten Blutausfluss und den dadurch erzeugten hohen Druck viele spontane Aneurysmen und Rupturen bedingt werden. Endlich will ich noch bemerken, dass man sehr häufig die Psorospermien nur schwer aus der Pigmentmasse herauserkennt. Vollends ihre Vorstufen, besonders wenn die ganze Masse mit Blutfarbstoff diffundirt ist, bieten eine solche Aehnlichkeit mit anderen Zellen und Körnchen dar, dass man oft nicht zu unterscheiden vermag, ob Psorospermienbehälter in den Follikeln vorhanden sind oder nicht.

So viel von den Pigmentblasen der Fische. In den Fröschen liegen die Pigmentmassen im Parenchym der Milz zerstreut und sind vom Lauf der Gefässe unabhängig. Psorospermien habe ich nirgends darin erkannt. Wahrscheinlich sind diese Pigmentmassen, die hier auch nicht in Blasen eingeschlossen sind, ganz anderer Art wie bei den Fischen; vielleicht sind es nicht einmal Extravasate, sondern nähern sich mehr der von Remak gegebenen Erklärung. — Säugethiere habe ich nicht näher untersucht.

Im Peritoneum, auch wohl in der Leber der Frösche finden sich Gregarinenkysten, die ebenfalls Pigment enthalten. Diese haben wahrscheinlich gleichen Ursprung wie die eben beschriebenen Follikel der Fische.

Verschieden von den Blutextravasaten, die durch den Auf-

enthalt der Entozoen in den Gefässen gleichzeitig mit der Enkystirung derselben entstehen, sind die nachträglich durch das Wachsen der schon gebildeten Kysten und die dadurch bewirkten Verletzungen anstossender Gefässe erregten Blutausflüsse. So erwähnt Rokitansky, dass bei *Echinococcus hepatis* des Menschen in seltenen Fällen Bluterguss aus eröffneten benachbarten Gefässen in den Akephalokystensack erfolge. Virchow beschreibt folgenden Fall von *Echinococcus hepatis* des Menschen (Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. 1847, Ueber pathologische Pigmente S. 427): „In einem Falle, von dem ich Zeichnung und Präparat bewahre, zeigte sich im Umfange des Sackes an einem Punkte, wo man die durch den Druck atrophirende Lebersubstanz in ihrem allmäligen Verschwinden leicht verfolgen konnte, eine intensiv zinnoberrothe Stelle von ziemlich bedeutendem Umfange, welche bei genauerer Betrachtung aus höchst eigenthümlichen, verhältnissmässig breiten, bald netzförmigen Anastomosen, bald kreisförmigen und concentrische Figuren bildenden Linien zusammengesetzt ward. Diese Linien bestanden ganz aus ausserordentlich grossen, gelbrothen Krystallen des bekannten Pigments. Leider liess sich weder die Identität jener Linien mit obliterirten Blutgefässen, noch mit verstopften Gallengängen nachweisen, obwohl man sich bei der Beobachtung des Präparats nicht enthalten konnte, sie auf eins dieser beiden Elemente zurückzuführen.

Fassen wir nun die Hauptmomente dieses Aufsatzes in einige kurze Sätze zusammen:

1. Die Nematodenkysten der Frösche enthalten verändertes Blut, indem die in die Gefässe eingewanderten Rundwürmer Extravasate, mit welchen sie zugleich eingekapselt werden, bewirken.

2. Die im Mesenterium und in den Darmhäuten der Frösche vorkommenden Hornfäden sind fremde, von aussen in die Circulation des Frosches gelangte Körper; sie liegen in wahren, von ihnen erzeugten Aneurysmen der Blutgefässe, von einem Thrombus umgeben und sind zugleich die Ursache der zahlreichen, in ihrer Nähe befindlichen kleinen Kysten, die ebenfalls als abgekapselte Aneurysmen anzusehen sind.

3. Die den Gefässen anhaftenden Pigmentfollikel in Milz, Leber und Nieren der Fische, welche auch Psorospermien enthalten, sind gleichfalls Aneurysmen, welche durch die in den Gefässen befindlichen psorospermienbildenden Thiere bewirkt worden.

Die obige Abhandlung ist eine Ergänzung meiner im vergangenen Jahre von der hiesigen medicinischen Facultät gekrönten Preisarbeit.

Weiteres aus dieser letzteren behalte ich mir für eine spätere Gelegenheit vor.

Ueber den elektrischen Geschmack.

Von

Dr. J. Rosenthal in Berlin.

Die Thatsache, dass jeder Nerv durch den elektrischen Strom erregt, auf die nämliche Weise reagire, als wenn er durch seinen sogenannten „adäquaten“ Reiz erregt würde, ist von jeher als eine der Hauptstützen der Lehre von den specifischen Energieen angesehen worden. Die Gegner dieser Lehre haben sich daher stets bemüht, jene Thatsachen zu bestreiten, und, sei es durch theoretische Betrachtungen, sei es durch Gegenversuche, ihre Beweiskraft zu vernichten. Schon in den ältesten Zeiten des Galvanismus sind vielfache Zeugnisse für die elektrische Erregung der Sinnesnerven gesammelt, welche wir hier nicht aufzuzählen brauchen, indem wir auf die ausführliche Zusammenstellung in du Bois' Untersuchungen Bd. I. S. 339—358 verweisen. Nichtsdestoweniger sind alle diese Zeugnisse angezweifelt worden, und selbst Versuche, welche jeder auf der Stelle mit den geringsten Mitteln anstellen kann, sind nicht geglaubt worden. Das berühmte Sulzer'sche Experiment, welches von Volta sogleich als eine Wirkung der

Elektricität auf den Geschmacksnerven erklärt wurde, haben Viele auf elektrolytischem Wege zu erklären versucht, indem sie annehmen, die Ursache der Geschmacksempfindung sei nicht die Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Geschmacksnerven, sondern die durch Zersetzung der Mundflüssigkeiten freigewordene Säure oder Basis. Auch E. H. Weber tritt dieser Erklärung bei und beruft sich zur Begründung derselben auf einen Versuch des bekannten Jatrophysikers Heydenreich, wodurch nachgewiesen werden soll, dass wirklich an dem positiven Pol eines die Zunge durchfliessenden Stromes Säure, am negativen Alkali frei würde. Denn als Heydenreich den positiven Draht einer zehnplattigen Säule mit blauem, den negativen mit rothem Lackmuspapier umwickelte, und dann erst an die Zunge anlegte, wurde das blaue Lackmuspapier, während der saure Geschmack empfunden wurde, blässer; „dass es sich röthete, verhinderte die alkalische Beschaffenheit der Mundflüssigkeit. Das rothe Papier aber wurde schnell blau und zwar viel schneller, als wenn die galvanische Säule nicht geschlossen war, wo es in längerer Zeit durch die schwache Alkalescenz der Säfte des Mundes allerdings auch blau, aber schwächer blau wurde.“[1]) Was in aller Welt soll dieser Versuch beweisen? Dass der elektrische Strom die Salze der Mundflüssigkeit zersetze, daran zweifelt Niemand, dass aber frei werdende Säure oder Basis die Ursache des Geschmacks sei, beweist er nicht, denn es kam nicht ein Mal zur Röthung des blauen Lackmuspapiers, da die wenige frei werdende Säure sogleich von dem Alkali des Mundsaftes neutralisirt wurde. Es ist aber sehr wohl bekannt, dass höchst verdünnte Säuren, welche ganz und gar nicht auf die Geschmacksorgane wirken, so dass man sie nicht von destillirtem Wasser unterscheiden kann, schon Lackmuspapier intensiv röthen; wie kann man also behaupten wollen, freie Säure sei Ursache des empfundenen Geschmacks gewesen, wenn das Lackmuspapier nicht einmal schwach roth wurde.

---

1) E. H. Weber, Art. Tastsinn in Wagner's Handwörterbuch, S. 39 des Separatabdrucks.

Es ist wirklich auffallend, wie eine Frage, die so leicht zu entscheiden ist, so lange hat streitig sein können, da sie doch wegen ihrer Beziehung zur Lehre von den specifischen Energieen wohl verdient, endgültig entschieden zu werden. Sind die an der Zungenoberfläche abgeschiedenen Säuren und Basen Ursache der Geschmacksempfindung, so muss dieselbe fehlen, wenn man den Strom so durch die Zunge leitet, dass diese Abscheidung vermieden wird. Da nämlich die Abscheidung freier Säure und freien Alkali's nicht innerhalb des Elektrolyten selbst, sondern nur an der Grenze der Elektrolyte und metallischen Elektroden stattfindet, so wird die elektrolytische Erklärung der Geschmacksempfindung unhaltbar, sobald dieselbe auch wahrgenommen wird, wenn die Zunge nicht unmittelbar Metall berührt, sondern zwischen Zunge und Metall irgend ein feuchter Leiter eingeschaltet wird. Dergleichen Beobachtungen finden sich schon in der Literatur verzeichnet und sind angeführt bei du Bois, Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 287, Anm. 2. Die erste rührt von Monro her, welcher den elektrischen Geschmack auch empfand, wenn er zwischen Metall und Zunge Stücke rohen oder gekochten Fleisches brachte, die andere von Volta selbst, welcher eine Kette von mehreren Personen bilden liess, so dass die eine immer mit ihrem Finger die Zunge der anderen berührte; wenn dann ein Strom in der Richtung vom Finger zur Zunge ging, empfanden alle den sauren Geschmack. Endlich kann man den von Weber angezogenen Versuch Heydenreich's selbst als hierher gehörig betrachten und aus ihm gerade das Gegentheil von dem ableiten, was er beweisen soll. Wenn man nämlich den positiven Pol einer galvanischen Kette mit blauem Lackmuspapier umwickelt, welches um zu leiten, mit destillirtem Wasser getränkt ist, und diesen Pol dann an die Zungenspitze legt, so wird in der ersten Zeit nach der Schliessung nur an der dem Metall zugewandten Seite des Lackmuspapiers freie Säure auftreten, nicht an der Zunge. Davon kann man sich überzeugen, wenn man den Strom nicht zu lange geschlossen lässt; man sieht dann auf der dem Metall zugewandten Seite des Lackmuspapiers einen rothen Fleck entstehen, während es auf der entge-

gengesetzten Seite noch vollkommen blau erscheint. Dennoch empfindet man den sauren Geschmack sofort im Moment der Schliessung.

Danach wäre es also schon ausgemacht, dass das Auftreten freier Säure oder freien Alkali's an der Zunge zur Entstehung des elektrischen Geschmacks nicht nothwendig ist. Bei der Wichtigkeit jedoch, welche dieser Gegenstand für die Lehre von den specifischen Energieen hat, schien es mir nicht unangemessen, den Versuch mit allen möglichen Cautelen zu wiederholen, um dadurch eine endgültige Entscheidung herbeizuführen. Ich ordnete den Versuch folgendermassen an: die Pole einer 1—4elementigen Daniell'schen Kette wurden mit Zinkplatten verbunden, welche in zwei kleinen, mit Zinkvitriollösung gefüllten Gefässchen standen. Letztere waren durch heberförmige Röhren mit zwei anderen Gefässen verbunden, von denen das eine mit gesättigter Kochsalzlösung, das andere mit destillirtem Wasser gefüllt war. Aus letzterem ragte ein ebenfalls mit destillirtem Wasser getränkter Fliesspapierbausch hervor. Wurde nun die eine Hand in die Kochsalzlösung getaucht, und mit der Zungenspitze der Fliesspapierbausch berührt, so ging der Strom entweder von der Zunge zum Bausch oder umgekehrt, was man durch einen im Kreise befindlichen Stromwender in seiner Gewalt hatte.

Wenn man auf den Fliesspapierbausch ein Stückchen blaues und ein Stückchen rothes Lackmuspapier derart legt, dass die Zunge beide berührt, so bemerkt man Folgendes: Das blaue Papier bleibt unverändert und das rothe wird bei der Berührung durch die Alkalescenz des Mundsaftes schwach gebläut.

Mag nun der Strom in der einen oder anderen Richtung hindurchgehen, die Farbe beider Papiere wird nicht geändert; wir sind also berechtigt zu sagen, dass an der Grenze von Zunge und Wasser keine merkliche Spur einer Säure oder einer Basis frei wird. Dennoch ist die Geschmacksempfindung recht lebhaft, und zwar als deutlich sauer zu bezeichnen, wenn der Strom vom Bausch in die Zungenspitze eintritt, als weniger bestimmt charakterisirt aber brennend (alkalisch), wenn der Strom die entgegengesetzte Richtung hat.

Folgendes wäre noch hinzuzufügen, das bei diesen Versuchen bemerkt wurde. Der saure Geschmack war nicht nur intensiver, sondern er trat auch augenblicklich mit der Schliessung des Stromes ein, während der alkalische mehr allmählig sich entwickelte. Ebenso pflegte der saure Geschmack auch nach der Oeffnung des Stromes noch kurze Zeit anzudauern, während der alkalische schnell verschwand. Kehrte man den Strom plötzlich um, so war das Verhältniss dasselbe, der alkalische Geschmack machte dem sauren stets momentan Platz, während der saure ganz allmählig in den alkalischen überging. Ohne mich weiter auf die Betrachtung dieser Thatsachen einzulassen, welche vielleicht mit der an motorischen Nerven bekannten Modification der Erregbarkeit parallel zu stellen sind, will ich nur bemerken, dass es mir niemals gelungen ist, die Umkehrung des Geschmacks bei Oeffnung des Stromes, von welcher Ritter spricht,[1]) wahrzunehmen.

Aus diesen Versuchen würde demnach hervorgehen, dass die Abscheidung freier Säure oder freien Alkali's an der Oberfläche der Zunge keine Bedingung für das Zustandekommen der Geschmacksempfindung ist. Es könnte jedoch der Einwand erhoben werden, wie durch die Untersuchungen du Bois-Reymond's nachgewiesen worden sei, dass an der Grenze zweier Elektrolyte Polarisation stattfinde, dass also auch die Abscheidung freier Säure oder freien Alkali's an der Grenze von Zunge und Fliesspapierbausch (der ja mit destillirtem Wasser getränkt war), wahrscheinlich sei. Obgleich nun, wenn dies in merklicher Weise stattgefunden hätte, das Lackmuspapier eine Farbenänderung hätte zeigen müssen, so wollen wir uns doch nach Mitteln umsehen, auch diesen Einwand zu beseitigen.

Wiederum finden wir schon aus den ältesten Zeiten des Galvanismus Angaben, welche auch diesen Einwand beseitigen, indem sie darthun, dass die Beschaffenheit der Flüssigkeit, welche die Zunge berührt, ohne Einfluss auf die Wahrnehmung des Geschmacks ist. Ich meine Volta's Versuch mit der al-

1) Beiträge u. s. w. 3. u. 4. St. S. 161.

kalischen Flüssigkeit im zinnernen Becher, welcher von Pfaff bestätigt worden ist.[1]) Auch ich habe den Versuch in verschiedenen Formen wiederholt und muss ihn bestätigen. Eine alkalische Flüssigkeit schmeckt sauer, wenn aus ihr ein elektrischer Strom zur Zunge hingeleitet wird. Dass hier nur das Durchströmtsein der Geschmacksnerven Ursache des sauren Geschmacks sein kann, ist wohl nicht zu läugnen.

Ich habe dem Einwurfe von der Polarisation an der Grenze ungleichartiger Elektrolyte auch noch auf andere Weise zu begegnen gesucht. Zunächst ist klar, dass wenn man in der früher beschriebenen Anordnung den Fliesspapierbausch statt des destillirten Wassers mit seinem eigenen Speichel tränkt, jener Einwand nicht mehr stichhaltig ist. Trotzdem aber wird man den Geschmack nach wie vor empfinden. Sodann habe ich noch folgenden Versuch angestellt: Von zwei Personen fasst die eine den positiven, die andere den negativen Pol einer Kette mit befeuchteter Hand und dann berühren sich beide mit ihren Zungenspitzen; dann empfindet die Person, welche den negativen Pol hält, den sauren, die andere den alkalischen Geschmack. Dieser Versuch ist, wie auch alle vorhergehenden, von mehreren unbefangenen Personen mit constantem Erfolg wiederholt worden. Hier befinden sich beide Personen unter ganz gleichen Bedingungen bis auf die Richtung des Stroms in ihren Zungen. Diese ist in beiden entgegengesetzt, und beide haben entgegengesetzte Empfindungen, obgleich ihre Zungen sich berühren, also dieselbe capillare Flüssigkeitsschicht die eine wie die andere bedeckt.

So wäre denn der Satz, dass der Geschmacksnerv auf die Erregung durch den elektrischen Strom mit seiner specifischen Energie reagirt, gegen die dagegen gemachten Einwürfe gesichert. Von dem Sehnerven ist dasselbe schon durch Ritter's und Purkinje's Versuche unzweifelhaft festgestellt, ebenso wie es für sämmtliche Gefühlsnerven feststeht. Ich habe auch versucht, die Angaben Ritter's und Anderer über die Wir-

---

1) A. Volta's neuere Untersuchungen über den Galvanismus. In Briefen an Gren in Ritter's Beiträgen. 3. u. 4. Stück, S. 1.

kung elektrischer Ströme auf den Gehör- und den Geruchsnerven zu prüfen, aber leider ohne Erfolg. Ich versuchte dem Akustikus den Strom durch Wasser zuzuleiten, welches ich in den äusseren Gehörgang brachte, aber ich hörte dabei auch ohne Strom ein solches Geräusch, dass es mir unmöglich war zu entscheiden, ob der Strom eine Gehörsempfindung verursachte. Ebenso liess ich mir die Nasenhöhlen nach der von E. H. Weber angegebenen Methode mit Wasser füllen, um dem Olfactorius den Strom zuzuleiten, aber ich kann nicht sagen, dass ich dabei etwas roch. Jedenfalls ist der heftige Schmerz, welchen man dabei empfindet, der Auffassung einer Geruchsempfindung, wenn eine solche vorhanden, eben nicht günstig.[1])

Wie dem auch sei, die Thatsache, dass Gefühls-, Seh- und Geschmacksnerven durch den elektrischen Strom erregt, jeder mit seiner specifischen Energie reagirt, scheint mir gesichert genug, um auf sie gestützt die Lehre von den specifischen Energieen überhaupt aufrecht zu erhalten, welche mit Unrecht von vielen Seiten angegriffen worden ist.

---

1) Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass der Verlust des Geruchs beim Anfüllen der Nase mit Wasser, welchen E. H. Weber entdeckte, kein Hinderniss sein kann, welchem der negative Erfolg unseres Versuchs zuzuschreiben wäre, da dem Strom ja der Weg zu den tiefer liegenden Stellen des Olfactorius offen steht, auf welche doch das Wasser keinen Einfluss haben kann.

Ueber die Muskeln und Nerven der Nematoden.

Von

Dr. A. Schneider.

(Hierzu Taf. V.)

Bevor wir den eigentlichen Gegenstand dieses Aufsatzes behandeln, wollen wir einige Bemerkungen zu einem schon früher veröffentlichten „über die Seitenlinien und das Gefässsystem der Nematoden" (dieses Archiv 1858, S. 426) vorausschicken.[1])

Wie ich aus Leuckart's Jahresbericht für 1856 ersehe, hat bereits Huxley (Lectures on general natural history. Medical times and gazette 1856. Vol. XII. und XIII. S. 385) die Existenz eines Gefässsystems der Nematoden behauptet. Er stützt sich auf eine Beobachtung an Ascariden aus der Scholle. Es ist mir leider das Original nicht zugänglich, aber doch wage ich die Vermuthung, dass die *Ascaris* Huxley's *Dacnitis esuriens* ist. Diese Species ist nämlich in den Schollen äusserst gemein und zeigt das Gefässsystem sammt Ausmündung gerade besonders deutlich.[2]) Eine andere Beschreibung und

---

1) Die Gelegenheit, eine grössere Anzahl Species von Nematoden vergleichend zu untersuchen, verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Peters.

2) In neuerer Zeit habe ich wieder Gelegenheit zur Beobachtung von *Dacnitis* in frischem Zustande gehabt, und mich überzeugt, dass die von mir gegebene Abbildung einer kleinen Verbesserung bedarf. Der einspringende Winkel (Müller's Archiv 1858, Tafel XV. Fig. 8), welchen das Seitenfeld macht, ist nicht vorhanden, der nach der Rückenseite gekehrte Rand des Seitenfeldes läuft ohne Einbiegung continuirlich fort. Es begleitet eben nur die Substanz des Seitenfeldes die Gefässe zum ausführenden Gang.

Abbildung des Gefässsystems eines Nematoden habe ich gefunden bei Davaine (Recherches sur l'anguillule du blé niellé. Paris 1857. S. 26 und Taf. II. Fig. 7.). Davaine hat an *Anguillula graminearum* Dies. ein einziges durch die Länge des Thieres verlaufendes Gefäss gesehen, welches er ganz in der Weise beschreibt, wie man es eben bei vielen durchsichtigen Nematoden findet. Den Ausführungsgang hat er wohl erkannt, aber nicht die Verbindung desselben mit den Gefässen, er vermuthet vielmehr, dass derselbe aus dem Darm entspringe.

Endlich stellt auch Gegenbaur in den seitdem erschienenen „Grundzügen der vergleichenden Anatomie" (S. 174.) das Excretionsorgan der Nematoden mit dem Wassergefässsystem der Würmer zusammen, lediglich gestützt auf die schon früher bekannten Thatsachen. In allen diesen Publicationen ist jedoch noch nirgends die constante Lage der Gefässe in der Mitte des Seitenfeldes und der fundamentale Unterschied der Seitenfelder und Medianlinien erwähnt.

Bisher hatte ich nur die mehr typischen Formen der Nematoden in Betracht gezogen, *Ascaris*, *Filaria*, *Oxyuris*, *Strongylus* und die Verwandten. Da sind immer eine Rücken- und Bauchlinie, zwei symmetrisch gelegene Seitenfelder und vier Muskelfelder. Wir betrachteten den Fall, in welchem die Muskel- und Seitenfelder gleich breit sind, jedes ein Sechstheil des Leibesumfanges einnehmend, als den typischen. Die Zahl dieser typischen Formen hat sich seitdem bedeutend vermehrt. Wir wollen uns aber diesmal mehr mit den Abweichungen beschäftigen und versuchen, die bis jetzt bekannten Modificationen auf den Typus zurück zu führen.

1. Das Seitenfeld kann breiter werden als ein Muskelfeld. Dieser Fall tritt ein bei *Oxyuris curvula* R. und bei *Filaria ovata* Zeder, *Agamonema ovata* Diesing., ein geschlechtsloser Rundwurm, der wahrscheinlich nicht zu *Filaria* zu rechnen ist.

2. Das Seitenfeld fehlt ganz, die Medianlinien sind vorhanden. Dieser Fall ist zuerst durch die Untersuchung von J. Eberth bekannt geworden (Zeitschr. f. w. Z. Bd. X. Beiträge zur Anatomie und Physiologie des *Trichocephalus dispar*) an *Trichocephalus dispar*. Wenn man nämlich die inneren

Vorsprünge seiner Zellschicht, als Bauch- und Rückenlinie betrachten kann.

3. Ausser den Seitenfeldern kann auch die Rückenlinie schwinden. Es bleibt nur die Bauchlinie. So bei *Gordius.* Ich glaube nämlich, dass der von Meissner beschriebene Bauchnervenstrang als die Bauchlinie betrachtet werden muss (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. VII. Taf. III. Fig. 7.).

4. Neben den zwei Hauptmedianlinien der Rücken- und Bauchlinie treten noch secundäre Medianlinien auf. Dies habe ich bei *Prosthecosacter inflexus* (Diesing) beobachtet. Dieser Nematod ist sonst ganz symmetrisch gebaut, mit deutlichen Seitenfeldern, Rücken- und Bauchlinie. Jedes der vier Muskelfelder ist aber noch einmal durch eine besondere Linie getheilt. (Taf. V. Fig. 4.)

5. Die secundären Medianlinien treten nicht zugleich an der Rücken- und Bauchfläche auf, sondern nur an der Bauchfläche. Die Rückenfläche hat nur die eine Hauptmedianlinie. Dies ist bei *Mermis nigrescens* und *albicans.* Ich verweise dabei auf die Abbildungen bei Meissner, welche ich für *M. nigrescens* bestätigen kann, wenn ich auch in der Deutung von ihm abweiche. Dieser Fall ist bei *Mermis* noch dadurch verwickelter, dass die Seitenfelder nicht genau lateral stehen, sondern etwas der Rückenlinie genähert.

6. Es können sich die Medianlinien in den verschiedenen Leibesabschnitten verschieden verhalten. So sind nach Eberth bei *Trichocephalus dispar* die Medianlinien in der vorderen dünnen Leibeshälfte sehr breit und deutlich und fehlen im hinteren Leibestheile ganz.

Obgleich die Nematoden in diesen morphologischen Beziehungen noch wenig bekannt sind, so glaubte ich doch den Versuch machen zu müssen, die verschiedenen Beobachtungen in dieser Weise zusammenzustellen.

Gehen wir nun zur Structur der Muskelfelder über. Wir wollen zuerst unsere eigene Ansicht darüber entwickeln, um dann in der Kritik der abweichenden leichter verständlich zu sein.

Ich kenne bis jetzt zwei Hauptmodificationen der Muskel-

structur bei den Nematoden, die zwar in einander übergehen, aber in ihren Extremen sich so wesentlich unterscheiden, dass ich auch Namen dafür vorschlagen möchte. Wir wollen die Nematoden unterscheiden in *Platymyarier* und *Cölomyarier*. Schneidet man einen *Platymyarier* der Länge nach auf und betrachtet die innere Fläche der Leibeswand, so sieht man, dass das Muskelfeld von dicht aneinander stossenden spindelförmigen oder, wenn man will, rhomboidalen Feldchen besetzt ist. Die Längsdiagonale der Feldchen liegt in der Länge des Thieres. In der Mitte eines jeden liegt ein Kern oder es liegen viele Kerne darauf zerstreut. Es sind dies offenbar die Muskelzellen. Sind die Thiere dünnwandig, so erkennt man auf den Feldchen regelmässige Längsstreifen, welche offenbar von Streifen einer stärker lichtbrechenden Substanz herrühren, die in einer schwächer brechenden eingebettet liegen. Man kann sich z. B. von diesen Beobachtungen leicht überzeugen, wenn man *Ascaris acuminata* mit einem Rasirmesser der Länge nach aufschneidet, und die Leibeswand aufgerollt unter einem Deckglas betrachtet. Aber diese rhomboidalen Feldchen sind noch nicht die ganzen Muskelzellen. Der Theil, welcher bei der Flächenansicht meist entgeht, wird erst an Querschnitten sichtbar. Von *Ascaris acuminata* lassen sich sehr schwer Querschnitte herstellen, es ist mir aber doch einmal gelungen. Man sieht dann zuerst, dass der Muskel eine gewisse Dicke hat, die Feldchen markiren sich als einzelne Segmente, welche an der Haut anliegen. Auf jedem Segmente nun sitzt eine Blase fest, welche eine eigene Membran besitzt und einen Inhalt, der bald durchsichtig und homogen, bald körnig und faserig ist Es wird sich später zeigen, dass diese Blase jedenfalls zur Zelle gehört. Jede Muskelzelle besteht also aus zwei Theilen, dem streifigen und dem blasigen. Der blasige Theil sitzt auf dem eigentlich musculösen wie ein Polster auf seiner Unterlage, er ist viel zarter und zerstörbarer durch mechanische Gewalt und lässt sich deshalb leicht abstreifen. Doch bleibt er in Spiritus unversehrt, auch nach dem Trocknen nimmt er beim Aufweichen seine frühere Gestalt wieder an.

Ich muss hier überhaupt bemerken, dass die Muskeln der Nematoden sich im frischen Zustande wenig zur Untersuchung eignen, da sie zu zäh und elastisch sind. Beim Behandeln mit Weingeist und Chromsäure werden sie nur spröder, bewahren aber, wie es scheint, auf das Vollständigste ihre Structur. Exemplare, die wohl 50 Jahre in Weingeist lagen, sind noch wie frisch.

Von jener Blase gehen nun auch Ausläufer aus, welche mit einer dreieckigen Basis beginnen und quer nach der Rücken- und Bauchlinie verlaufen, dort mit dem von der anderen Seite kommenden sich vereinigen und so auf der Rücken- oder Bauchlinie einen Strang bilden. Nicht allemal entstehen solche Querfasern. Es giebt viele Nematoden, die keine Spur davon zeigen, z. B. *Pelodytes strongyloides* und viele mit ihm verwandten. Die Zahl der Querfasern, die von einem Feldchen entspringen, kann sehr verschieden sein.

Bei kleinen und ganz durchsichtigen Nematoden bieten die Muskelstreifen ein ganz eigenthümliches Bild. Es gehen nämlich feine parallele Streifen von der Medianlinie bis zur Grenze des Seitenfeldes. Die Streifen zweier benachbarter Muskelfelder bilden mit der zwischenliegenden Medianlinie einen gleichen spitzen Winkel, die Spitze des Winkels nach vorn gerichtet. Um es kurz auszudrücken, zwei Muskelfelder geben das Bild einer Feder, deren Schaft die Medianlinie ist. Untersucht man aber die Fläche des Muskelfeldes genau, so findet man auch die zarten, trennenden Linien für die rhomboidalen Muskelzellen und den Kern in der Mitte. Die Streifung geht aber im Ganzen darüber weg, als ob sie durch die einzelnen Zellensäume nicht unterbrochen würde. Dies Verhalten zeigt z. B. die Gattung *Pelodytes*, aus welcher ich es von *Pelodytes strongyloides* (Fig. 12) abgebildet habe. An *Ascaris acuminata* ist die Streifung nicht mehr so regelmässig, obgleich die Streifen im Allgemeinen auch diesem Gesetz folgen. Sie keilen sich mehr aus und schon die Streifen einer Zelle stossen unter spitzen Winkeln zusammen. Platymyarier mit so dicken Muskeln wie z. B. *Spiroptera obtusa* lassen keine regelmässige

Streifung erkennen. Ausser den schon erwähnten gehören zu den Platymyariern sämmtliche *Oxyuris*.

Schon bei den Platymyariern bemerkt man, dass die aneinander stossenden Ränder der einzelnen Feldchen etwas nach innen vorspringen. Namentlich an den Spitzen der Zellen haben die Querschnitte eine napfförmige Gestalt. Damit ist ein Uebergang zu der zweiten Modification gegeben. Der streifige Theil der Zelle umwächst allmählig den blasigen. Er bildet eine tiefe Rinne, welche nach der inneren Seite offen ist, die innere Seite kann endlich auch geschlossen sein, dann bildet der Muskel ein geschlossenes Rohr. Nur an der Mitte tritt das, was wir den blasigen Theil nannten, frei heraus, um den bekannten Querstrang zu bilden, der nach der Medianlinie geht. An seiner Austrittsstelle liegt auch der Kern.[1])

Nematoden mit solcher Muskelstructur nenne ich *Cölomyarier*. Es ist klar, dass die Querschnitte der Muskeln bei einem *Colomyarier* sehr verschiedene Bilder geben müssen, je nachdem der Schnitt durch den röhrenförmigen oder den mittleren nicht geschlossenen Theil geht. Cölomyarier sind z. B. *Ascaris mystax*, *marginata*, *acus*, *megalocephala*, *mucronata* etc. *Filaria Cucullanus*, *Dacnitis* und viele andere.

Diese von uns aufgestellte Reihe der Muskelgebilde soll nichts anderes sagen, als dass sich durch Vergleichung verschiedener Thiere der Uebergang der einen in die andere Form nachweisen lässt. Bei einem einzelnen Thiere lässt sich ein solcher Uebergang weder durch Beobachtung nachweisen, noch aus dieser Reihe erschliessen.

So weit nun die Muskelstructur der Nematoden sich von der bisher bekannten anderer Thiere zu entfernen scheint, so ist eine Aehnlichkeit doch klar. Es hat z. B. Leydig an Muskelzellen einen Gegensatz zwischen Mark- und Rindensubstanz als ziemlich allgemein angenommen. Hier entspräche der blasige Theil der Marksubstanz der streifigen der Rindensub-

1) Der Querstrang ist jedoch nicht die einzige Form, welche die blasige Substanz annimmt, ich erwähne sie nur vorläufig als die bekannteste. Später wollen wir die verschiedenen Formen derselben weiter in Betracht ziehen.

stanz. Unter der Voraussetzung, dass beide Substanzen in ihrer Entstehung einer Zelle angehören, was sich nicht direct beobachten lässt, aber dem allgemeinen Eindruck nach wahrscheinlich ist, hätten wir hier das Beispiel einer Zelle, welche nicht gleichmässig, sondern nur theilweise eine Verwandlung in contractile Rindensubstanz erfahren hat. Zwischen beiden Substanzen kann eine scharfe Grenze oder ein allmähliger Uebergang sein. Man kann noch fragen, ob unsere Streifen den Querstreifen anderer Muskeln ohne Weiteres gleichzusetzen sind. Dafür spricht, dass sie nachweisbar von abwechselnden Schichten verschiedener Substanz herrühren. Dagegen könnte sprechen, dass die Streifen nicht der Quere, sondern der Länge der Zelle nach verlaufen. Darauf möchte jedoch weniger Werth zu legen sein, die Frage ist vielmehr deshalb nicht zu entscheiden, weil man nicht weiss, in welcher Richtung und ob überhaupt nur in einer bestimmten Richtung sich die einzelnen Zellen contrahiren.

Die Modificationen in der Ausbildung und Gestalt der Cölomyarier-Muskeln sind sehr zahlreich. Im Allgemeinen sind die Muskelzellen — worunter wir jetzt den contractilen Theil verstehen wollen — spindelförmige platte Körper, welche mit ihrer schmalen Kante nach der Haut zu gerichtet und meist an ihr festgewachsen sind. Manchmal aber liegt die äussere Kante theilweise zwischen den benachbarten Zellen eingekeilt, ohne die Haut zu erreichen. Die äussere Kante ist fast eine gerade Linie, die innere Kante ist es allein, die die spindelförmige Contur giebt, indem sie in der Mitte allmählig in den Querfortsatz übergeht. Die Länge der Zellen ist sehr verschieden bei den grossen Ascariden, bis zu 1″, bei anderen viel kleiner. Da zu jeder Zelle ein Kern gehört, so müssen die Kerne bei einer Ansicht von der inneren Fläche um so dichter stehen, je kürzer die Zellen sind. Ein solches auffallendes Beispiel habe ich von *Filaria cystica* abgebildet. (Taf. V. Fig. 8.)

Sehr verschieden wird sich das Bild eines Querschnittes ausnehmen, je nachdem die beiden Blätter, aus welchen gewissermassen jede Zelle besteht, einander genähert sind. Bald ist ein grosser Zwischenraum vorhanden, bald sind sie ganz an

einander gelegt, so dass für die Marksubstanz kein Raum mehr ist, z. B. bei *Prosthecosacter inflexus*, die beiden Blätter können am inneren Rand durch die ganze Länge der Zelle getrennt oder auch durch die ganze Länge verwachsen sein. Bei dem erwähnten *Prosthecosacter* sind sie so verwachsen, dass man nicht mehr sieht, wo die Querfortsätze heraustreten.

Zahllos sind aber die Modificationen der Marksubstanz. Will man sie in ihrer complicirtesten Gestalt kennen lernen, so muss man sie an den grösseren Ascariden aufsuchen, besonders an dem Theil, welcher vor der Vulva liegt, wo ihre freie Entwicklung nicht durch den Druck der Generationsorgane gehemmt wird. Beim Austritt aus dem Muskel schwillt die Substanz blasenförmig an. Es sind die bekannten gestielten Bläschen, welche man oft beschrieben und ihrer Function nach zu deuten gesucht hat. Von dieser Blase geht dann ein Querfortsatz nach der Medianlinie ab, ein anderer geht nach dem Darm. Jeder dieser Fortsätze kann wieder sich theilen, seinerseits blasige Anschwellungen bilden, oder Streifen und Lamellen fortsenden, welche mit benachbarten sich vereinigen. Auf diese Weise entsteht das Gewebe, welches bei den genannten Ascariden den Raum zwischen Muskeln und Darm erfüllt. An dem Theile, wo die Generationsorgane liegen, fallen zumeist nur die Querfortsätze in's Auge, aber die Bläschen fehlen nicht, sie sind nur zusammengedrückt.

Die Fortsätze nach den Medianlinien sind bei manchen Nematoden weniger deutlich und ausgesprochen als die nach dem Darm. Von den mannichfaltigen Formen dieses Gewebes will ich nur zwei besondere Fälle herausheben. Bei *Filaria cystica* tritt die Marksubstanz in Gestalt einer Blase auf. Die benachbarten Blasen stossen an einander und da in jeder Blase der Zellkern liegt, so wird man dadurch auffällig an die Zellschicht erinnert, welche bei *Gordius* und *Chordodes pilosus* die Leibeshöhle erfüllt, um so mehr als keineswegs jede Blase einen Querfortsatz nach der Medianlinie sendet. Ein merkwürdiger Fall ist bei *Prosthecosacter*; dort sind die Muskelzellen scheinbar vollständig röhrenförmig geschlossen. Die darauf festsitzenden Fasern, die sonst ganz mit den Fasern an-

derer Nematoden übereinstimmen, gehen nur zum Theil zur Hauptmedianlinie, zum grösseren Theil verschmelzen sie unter einander. Die Kerne, die in allen mir sonst bekannten Fällen in dem von Rindensubstanz umgebenen Theil der Marksubstanz liegen, sind hier in die Fortsätze ausgetreten. Wer den eigenthümlichen Bau des Zellgewebes kennt, welches den Leib des *Gordius* erfüllt, der wird wohl bemerken, worauf ich mit der Anführung dieser beiden Fälle hinziele. Man wird sich jetzt von neuem fragen müssen, ob jene Zellen der Gordien nicht angemessener für Marksubstanz der Muskeln zu halten sind, als für Analoga eines Darms, wofür sie Meissner gehalten hat. Es wäre möglich, dass die Rindensubstanz sich so weit abschliesst, dass die Marksubstanz scheinbar die Form einer selbständigen Zelle annimmt, bei *Gordius* eine runde Form und bei *Prosthecosacter* die Faserform. Nur in einem Punkte ist in der hier aufgestellten Analogie der Zellschicht von *Gordius* mit der Marksubstanz ein Sprung. Es liegt nämlich bei *Gordius* nicht eine einfache, sondern eine mehrfache Zellschicht auf den Muskeln. Wäre die Zellschicht einfach, so würde sich der Fall von *Gordius* ganz ungezwungen an den von *Filaria cystica* anschliessen. Um die Analogie mit Sicherheit festzuhalten, müsste man wenigstens eine Verbindung der inneren Zellschicht mit den Muskeln nachweisen können. Eine solche scheint aber nicht stattzufinden. Wir können deshalb unsere Analogie vorläufig nur als möglich hinstellen.

Bei dieser Darstellung der Muskelstructur der Nematoden haben wir eine Anzahl von Fällen nicht berücksichtigt, die sich in das hier entwickelte Schema nicht bringen lassen. Nämlich die in neuerer Zeit so genau bekannt gewordenen Muskeln von *Mermis*, *Gordius* und *Trichocephalus*. Aus gründlicher Untersuchung frischer Exemplare sind mir nur die Muskeln von *Mermis*, speciell von *Mermis nigrescens* bekannt. Meissner giebt bei *Mermis nigrescens* und *albicans* an (Sieb. und Kölliker's Ztschr. V. S. 214 und VII. S. 18), dass die Muskelschicht aus parallel stehenden dünnen Bändern bestehe, welche, mit einer Seite an der Haut festsitzend, ununterbrochen durch die ganze Länge des Thieres verlaufen. Jedes Band be-

steht wieder aus feineren Fibrillen. Diese Structur kann ich bestätigen, nur glaube ich nicht, dass man mit Bestimmtheit nachweisen kann, dass jedes Band ununterbrochen vom Kopf zum Schwanz verläuft. Wenn man ein Stück der Hautmusculatur in Natronlauge macerirt, so isoliren sich die Bänder leicht, man erhält aber Bänder von sehr begrenzter Länge, welche an beiden Seiten ganz spitz zulaufen. Sind dies auch nur Kunstproducte, so beweisen sie doch eher, dass der Verlauf nicht so ununterbrochen ist, als Meissner geglaubt hat. Sonst kann man aber nicht wahrnehmen, dass jedes so isolirte Band aus einer Duplicatur besteht oder dass zwei Bänder ursprünglich an einander liegen. Es fehlt also jeder wesentliche Vergleichungspunkt mit den Cölomyariern. Aber auch mit den Platymyariern bieten sie keinen Vergleich dar. Die Querfasern, welche Meissner als Nerven beschreibt und mit einem terminalen Dreieck auf den Muskeln aufsitzen lässt, lassen sich noch am leichtesten in unsere Reihe unterbringen, nämlich zur Marksubstanz. Meissner selbst parallelisirt sie mit den oben erörterten Querfasern der Cölomyarier (Siebold und Kölliker's Zeitschrift. VII. S. 27.). Auch die Kerne der Muskeln vermissen wir bei *Mermis* ganz. Möglich, dass sie untergegangen sind, wie zuweilen bei Muskeln höherer Thiere. Eben so wenig als bei *Mermis* kann man bei *Gordius* sagen, in welche der von uns aufgestellten Typen die Muskeln gehören. Vielleicht müssen wir alle diese Muskeln als eine neue dritte Klasse aufstellen und die Zwischenglieder, die sie mit der Reihe der anderen verbindet, noch suchen.

Mehr Hoffnung ist vorhanden, die Muskeln von *Trichocephalus* sich näher an eine der erwähnten Typen anschliessen zu sehen. Obgleich Eberth's genaue Untersuchungen nichts davon melden und eher die vollständige Uebereinstimmung mit der Structur von *Mermis* darlegen, so ist doch die Untersuchung von *Trichocephalus* wegen der geringen Dicke der Muskelschicht zu schwierig, als dass man die Frage für ganz abgeschlossen halten dürfte. Eberth beschreibt auf den Muskeln des *Trichocephalus dispar* eine gleichmässige epithelartige Zellschicht. Diese Schicht kommt nicht allen Trichoce-

phalen zu. An sehr gut erhaltenen Weingeistexemplaren von *T. unqusculatus* sehe ich nur in gewissen grösseren Zwischenräumen deutliche Kerne, wie man sie bei Flächenansichten der Muskelschicht auch anderer Nematoden erkennt, die man somit wohl als die Kerne der Muskelzellen betrachten darf.[1])

Schon oben haben wir erwähnt, dass die Querfortsätze der Marksubstanz sich theilweise an die Medianlinie festsetzen. Die von zwei benachbarten Muskelfeldern stammenden vereinigen sich auf der Medianlinie und bilden dort einen eigenen Längsstrang, der manchmal nur lose auf der Medianlinie aufsitzt. Die Medianlinie der grösseren Ascariden besteht aus einem Gewebe von Längsfasern und homogener Substanz, welches sich fast an das Bindegewebe der höheren Thiere anschliesst. Ursprünglich mögen die Medianlinien immer aus einer einfachen Zellreihe entstehen, als solche erkennt man sie wenigstens deutlich bei jungen *Oxyuris spirotheca*. In der Medianlinie von *Ascaris megalocephala* verlaufen sehr häufig ausgezeichnete Fasern in Zickzackform. Ich erwähne sie, da sie vielleicht einmal für einen Nervenstrang erklärt werden möchten. Doch fehlen alle Kriterien einer solchen.

Die neueren wichtigsten Beschreibungen der Nematodenmuskeln haben wir oben erwähnt. Von den älteren Schriftstellern betrachtet Rudolphi (Hist. nat. Entoz. Vol. I. p. 218) nicht bloss die häutigen Muskeln als solche, sondern auch die Seiten- und Medianlinien, die gesammte Haut- und Marksubstanz. Otto (1816) schied die Medianlinie aus. Besonders gelang es auch Bojanus und nach ihm Cloquet, den Unterschied der Längslinien von den Muskeln zu beweisen. Die Querlinien der Haut hielten sie zwar immer noch für Muskeln, allein den eigenthümlichen Bau der Marksubstanz, die Querstränge und Bläschen erkannten sie deutlich. Siebold beschrieb wieder die Querstränge als Muskeln und darin folgte

---

1) Man kann bei vielen Nematoden leicht zu der Ansicht kommen, dass die innere Fläche der Muskelschicht von einem Epithelium bedeckt sei. Der Uterus dehnt sich nämlich so aus, dass seine dünne Wandung fest an der Muskelschicht anliegt. Wie überraschend diese Täuschung sein kann und wie man ihr entgeht, will ich nicht weiter ausführen.

ihm noch in neuester Zeit Claparède (De la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers nématodes. Genève 1859. p. 25). Die oben erwähnten Kerne der Muskeln beschreibt auch Claparède als zu den Muskeln gehörig. Wie sich unsere Ansicht zu den jetzt erwähnten verhält, ist wohl nicht mehr nöthig aus einander zu setzen.

Eigenthümlich ist aber die Ansicht Walter's über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Muskeln bei *Oxyuris ornata.* Derselbe betrachtete die Muskeln des genannten Nematoden als vier Längsmuskeln (Sieb. und Kölliker's Zeitschr. Bd. VIII. S. 174). Jeder stellt einen Schlauch dar von einer umschliessenden Membran — Sarkolemma — und einem zähflüssigen Inhalte gebildet. Durch Anschneiden des Thieres und längere directe Einwirkung des Wassers zerfällt der Inhalt in Querplättchen und eine homogene Grundsubstanz, er gewinnt dadurch eine „den quergestreiften Muskelfasern höherer Thiere ähnliche Beschaffenheit.“ Es ist aus der ganzen Darstellung Walter's ersichtlich, dass er einige sehr naheliegende und gewiss äusserst nützliche Hülfsmittel der Untersuchung nicht angewandt hat, nämlich die Längs- und Querschnitte. Er würde gewiss erkannt haben, dass seine *Oxyuris ornata* (Platymyarier in unserem Sinne) mit deutlichen, rhomboidalen Muskelzellen, Kernen, Marksubstanz etc. versehen ist, dass seine Querplättchen nur wellenförmige Contractionszustände der platten Muskeln sind und dass die zarten Streifen, welche er (Fig. 6) abbildet, nicht zum Corium, sondern zum Muskel gehören.[1]) Im Jugendzustand soll nun die homogene Substanz dieser vier Muskelschläuche beim Anschneiden nicht in Querplättchen zerfallen, sondern in Gestalt von Tropfen herausquellen, welche einen bläschenartigen Kern nebst Kernkörper enthalten. Damit glaubt Walter den Beweis zu führen, dass die Muskel-

1) Trotz Walter's und Anderer Bemühungen herrscht über die specifischen Unterschiede der Nematoden, die unsere einheimischen Batrachier bewohnen, noch ein gewisses Dunkel. Es ist nicht der Ort, darauf einzugehen. Seit Walter das Männchen zu *Oxyuris ornata* übereinstimmend mit *Oxyuris ornata mas.* Duj. publicirt hat, bin ich erst sicher über seine Species, und glaube mir auch jetzt ein Urtheil über seine anatomischen Angaben erlauben zu dürfen.

schläuche ursprünglich aus der Dujardin-Ecker'schen Sarkode bestehen. Seine Sarkode unterscheidet sich aber wieder wesentlich dadurch, dass sie Kerne einschliesst. Walter hätte also keinen Grund, sie Sarkode zu nennen, da ja eben jene Forscher für solche Gebilde, welche jede Spur cellularer Zusammensetzung vermissen lassen, die Bezeichnung Sarkode aufstellten. Abgesehen davon muss ich es dahingestellt sein lassen, ob das, was Walter beschreibt, Stadien der Entwicklung sind. Dass die von uns beschriebenen Muskeln wirklich solche sind, darin stimmen, wie man sieht, alle Autoren überein.

Abweichend sind aber die Ansichten über die physiologische Bedeutung der Marksubstanz. Dass sie mit den Längsmuskeln identisch sein könne, haben wir schon zurückgewiesen, eben so wenig lässt sich beweisen, dass sie eine eigene Art Muskeln repräsentire. Nun hat man aber noch zwei andere Bedeutungen der Marksubstanz beigelegt. Die Einen erklären sie nämlich für Gefässe, Bojanus (Enthelminthica, Isis 1821), Cloquet (Anatomie des vers intestinaux) und Diesing. Bojanus und Cloquet, welche sie sehr genau beschrieben haben, erkennen allerdings an, dass sie ein Lumen weder in den Bläschen noch den Quersträngen finden konnten. Bei unseren jetzigen verbesserten Mitteln ist auch keins zu finden. Ihre Ansicht ist schon von Siebold (vergl. Anatomie S. 118) wiederlegt worden, man kann sie wohl als ganz aufgegeben betrachten.

Andere haben die Querfortsätze der Marksubstanz für Nerven erklärt. Meissner beobachtete an *Mermis* einen hoch entwickelten Ganglienring um den Oesophagus, von welchen er eine Verbindung mit zwei oder drei durch die ganze Länge des Thieres verlaufenden Strängen erkannte. Von den Strängen entspringen Querfasern, welche sich mit einer dreieckigen Erweiterung (terminales Dreieck) an die Muskeln und die Eingeweide ansetzen. Da der centrale Ring deutlich alle Merkmale eines Nervencentrums darbot, so mussten die davon abgehenden Stränge und Fasern wohl sicher das peripherische Nervensystem sein. Wir wollen in dem folgenden Aufsatz das Nervensystem von *Mermis* näher untersuchen. Aber auch bei den Ascariden schien es Meissner nun kaum mehr fraglich (Siebold und Kölliker's Zeitschr. VII. S. 27), dass jene

Querfasern, welche sich an die Muskeln ansetzen, für Nerven zu halten seien. Wie das dazu gehörige centrale Nervensystem und seine Verbindung mit den Querfasern beschaffen sei, liess Meissner unberührt. Es traten aber Ansichten auf, welche auf die seinige gestützt, die Lücke zu ergänzen suchten.

Nach Wedl (Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1855. Bd. 17.) besitzt das Nervensystem der Nematoden allgemein zwei Centralorgane, ein Gehirn bestehend aus Zellen, welche den Oesophagus umgeben, und ein Afterganglion. Beide sind durch Ganglienzellketten verbunden. Es liegen nämlich auf der Bauch- und Rückenfläche, unmittelbar auf den Muskeln, mehrere Reifen von Ganglienzellen, welche dadurch Ketten bilden, dass jede Zelle durch Ausläufer mit dem vor- und rückwärts gelegenen Glied seiner Reihe verbunden ist. Von den Ganglienzellen treten die Nervenfasern ab. Das Hirn der Nematoden ist nach ihm im Allgemeinen nicht so ausgebildet, als bei *Mermis*. Wedl zeichnet dasselbe von *Hedruris androphora* als einen streifigen Ring. Zwischen den Ansichten Meissner's und Wedl's besteht ein grosser Unterschied. Wedl's Ganglienzellen sind offenbar Meissner's terminale Dreiecke, bei Wedl ist central was bei Meissner peripherisch. Die Kerne von Wedl's Ganglienzellen haben wir als Muskelkerne betrachtet und seine Zellen nur als Theile der gesammten Muskelzelle. Die kettenartige Verbindung der angeblichen Ganglien fällt also von selbst weg. Der Zusammenhang der Querfasern mit den Medianlinien, sowie die Medianlinie selbst, sind von ihm nicht berücksichtigt. Auf den Ring um den Oesophagus kommen wir später zurück.

Wieder anders lässt Walter das Nervensystem der Nematoden, speciell von *Oxyuris ornata*, gebaut sein (Walter l. c. pag. 182). Nach ihm ist eine Kopfganglienmasse oder Hirn und eine Afterganglienmasse vorhanden. Das Hirn besteht aus einem Ring um den Oesophagus, dessen unterer Theil gangliös, dessen oberer faserig ist, und aus unmittelbar damit verbundenen zwei vorderen und zwei hinteren Ganglien. Die Afterganglienmasse ist die grössere. „Es zeigen sich darin fünf Ganglienmassen, zwei grosse birnförmige seitlich und unterhalb

des letzten Darmendes, zwei kleine kuglige am Seitenrande und eine grosse nierenförmige am unteren (hinteren?) Rande des Rectums gelegene, und ist durch die die beiden oberen birnförmigen Ganglien vereinigende Brücke solchermassen der unterste Theil des Rectums von einem wahren Afterringe umgeben." Von dem Gehirn verlaufen nach dem Schwanzende drei peripherische Nervenstämme, aus denen transversale Seitenäste nach Muskeln und anderen Organen entspringen. Sowohl das Hirn als auch die Afterganglienmasse habe ich weder bei *Oxyuris ornata*, noch bei einem anderen Nematoden finden können. Walter hebt selbst hervor, welche Mühe es koste, seine Ganglien zu sehen. Wer die Region, wo das Hirn liegen soll, kennt, wird überhaupt bezweifeln, ob man mit einiger Sicherheit eine genaue Beschreibung desselben entwerfen kann. Um den Mastdarm liegen allerdings mehrere grosse birnförmige Zellen, jede mit einem deutlichen Kern, wie sie z. B. Claparède (De la formation des oeufs etc. Taf. VI. 1 und 2) von *Ascaris mucronata* abbildet. Ich kann aber selbst bei starker Vergrösserung keine kleineren Zellen darin erkennen.

Die drei Längsnervenstämme Walter's sind bei *Oxyuris ornata* gewiss nicht vorhanden. Allerdings sind Stränge da, von welchen Fasern ausgehen, aber nur zwei, die auf der Rücken- und Bauchlinie liegen, die Stränge nämlich, an welche sich nach unserer Darstellung die Querfortsätze der Marksubstanz ansetzen.

So weit nun auch diese Schriftsteller unter sich und von unserer Ansicht abweichen, so ist doch klar, dass ihr peripherisches Nervensystem mit unserer Marksubstanz identisch ist. Es ist nicht zu leugnen, dass, wer die Marksubstanz nur an kleinen Nematoden oder an *Mermis* kennt, wohl geneigt sein kann, dieselbe für Nerven zu halten. Bei Betrachtung der grösseren Ascariden wird man aber schwerlich auf diese Ansicht kommen. Alle die verschiedenen Ausläufer, Fasern und Bläschen müsste man, da sie morphologisch ganz identisch sind, nothwendig mit zum Nervensystem rechnen. Wir erhielten dann in einzelnen Fällen ein Nervensystem, welches das

Muskelsystem an Masse weit übertrifft, ein solches würde ohne Beispiele im ganzen Thierreiche sein.

Es ist diese Deutung der Marksubstanz bekanntlich schon früher die herrschende gewesen und nicht etwa in Vergessenheit gerathen, sondern mit vollem Bewusstsein verlassen worden. Otto (Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde 1816. S. 225), der sie zuerst aufstellte, hatte noch keine deutliche Vorstellung vom Bau dieser Substanz. Bojanus erkannte aber, dass die Querfortsätze in die Bläschen übergehen, und dass aus diesen wieder Fortsätze nach dem Darme entspringen; er war deshalb eher geneigt, das Ganze für Gefässe zu halten, als für Nerven. Cloquet ist nicht so klar in seiner Ansicht gewesen, es ist schwer ihn zu verstehen. Er hält offenbar die Querfortsätze theils für Nerven, theils für Gefässe. Siebold (s. dessen vergleichende Anatomie der wirbellosen Thiere S. 125), dem gewiss eine ausgebreitete Kenntniss der Nematoden zu Gebote stand, spricht sich aber ausdrücklich gegen die Deutung der Querfasern als Nerven aus.

Hält man die Querfasern für Nerven, so ist es eine natürliche Consequenz, dass der Strang, welcher durch ihre Vereinigung auf der Medianlinie entsteht, der Stamm ist. Ja die Deutung des Ganzen als Nervensystem wird dadurch wesentlich gestützt. Dieser Strang ist zwar constant mit der Medianlinie verwachsen, muss aber davon wohl unterschieden werden. Er gehört zur Marksubstanz, die Medianlinie ist ein Fortsatz der körnigen Schicht zwischen Muskeln und Haut. Die früheren Schriftsteller haben diesen Unterschied nicht berücksichtigt, sie lassen die Querfasern einfach von den Medianlinien entspringen. Die einen, wie Otto und Cloquet, halten die Medianlinien für Nervenstämme, die anderen, wie Bojanus und v. Siebold, erklären sich dagegen. Wir haben unsererseits keinen Grund, dem Strang oder der Medianlinie selbst die Bedeutung eines Nervenstammes beizulegen.

Haben wir aber bei den Nematoden keine Spur eines Nervensystems? Es ist schon oben der Ring um den Oesophagus erwähnt worden, welchen Wedl von *Hedruris androphora* abbildet. Auch Lieberkühn (Müller's Archiv 1855 S. 317)

giebt die Beschreibung und Abbildung eines solchen Ringes von einem Nematoden aus der Ente. Wir haben denselben bei einer grossen Anzahl von Nematoden wieder gefunden und geben eine Abbildung desselben bei *Pelodytes strongyloides*. Hier wird der Ring gebildet durch einen Strang, der zuerst quer über den Oesophagus auf der Rückseite liegt, dann sich jederseits nach hinten und unten zieht, so dass die beiden Enden in der Nähe des Gefässporus zusammenstossen.

Der Beweis, dass dieser Ring Nervencentralorgan ist, lässt sich nicht streng führen. Ob er Ganglien enthält, konnte ich eben so wenig als Lieberkühn entscheiden. Zur Entscheidung dürfte es vielleicht führen, wenn man Fasern von demselben zu einem Sinnesorgan verfolgen könnte. Die bei den Nematoden gewöhnlich vorkommenden Papillen sind jedoch kein geeignetes Object dazu. Geeigneter würde der *Enoplus quadridentatus* (Berlin, Müller's Archiv 1853. S. 431.) sein, der einzige Nematod, an dem man bis jetzt Augen gefunden hat.

Ehe wir diese Frage verlassen, möchte ich noch auf ein System von Fasern aufmerksam machen, welches man an *Ascaris lumbricoides* findet. Zwischen Muskel und Haut findet man bei allen Nematoden eine mehr oder weniger deutliche körnige Schicht. Von dieser Schicht lassen sich die Muskeln, wenn man die Thiere längere Zeit in Weingeist oder chromsauren Kali aufbewahrt hat, ablösen, so dass sie selbst auf der Haut unversehrt liegen bleibt. Dann erkennt man darin gewisse regelmässige, in ziemlich grossen Abständen verlaufende Fasern (Fig. 10.). An den Medianlinien sind sie wie scharf abgeschnitten. In einer Wellenlinie steigen sie nach den Seitenfeldern auf und werden in der dunkeln Substanz derselben undeutlich. Jenseits des Seitenfeldes steigen sie in einem fast congruenten Bogen nieder bis zur anderen Medianlinie. Manchmal laufen zwei benachbarte Fasern fast parallel; solche kreuzen sich im Seitenfelde, die vordere wird nun die hintere der beiden. Andere Fasern verlaufen in ziemlich gerader Linie von der Medianlinie zum Seitenfelde. Auch setzt sich nicht jede Faser jenseits des Seitenfeldes wieder fort. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man die Fasern als glatte, wohl abgegrenzte, etwas strei-

fige Bänder, welche dann und wann einen kurzen Ast abgeben (Fig. 11.). Sie liegen in einem wandungslosen Canal, in der körnigen Schicht eingeschlossen, so dass sie den Canal nicht ganz ausfüllen. Man kann die Bänder isoliren, sie sind fester als die umgebende Substanz. Bei *Ascaris megalocephala* sieht man immer nur röthliche Canäle von ähnlichem Verlaufe, wahrscheinlich reisst man bei der mühsamen Präparation die Bänder heraus und lässt nur die Lücken zurück. Ich gestehe, dass ich wohl geneigt war, diese Fasern für Nerven zu halten. Ich untersuchte, ob sich dieselben an die Papillen verfolgen liessen, welche bei *Ascaris lumbricoides* etwa in gleicher Höhe mit dem Gefässporus am Seitenrande die Haut durchsetzen. Alle Mühe war aber vergeblich. Ebenso war es unmöglich, sie in die Medianlinie zu verfolgen, obgleich man die Medianlinie recht gut isoliren und untersuchen kann. Sind es Nerven, sind es Gefässe, oder auch keins von beiden? Diese Fragen lassen sich bis jetzt nicht entscheiden. Da es aber so bestimmt umschriebene Gebilde von so gesetzmässigem Verlaufe sind, so dürften sie wohl einer weiteren Beachtung werth sein.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt von *Ascaris marginata*. Cölomyarier. (schwache Vergrösserung.)

a. Seitenfeld.
b. Bläschen der Marksubstanz.
q. Querfortsätze der Marksubstanz.
m. Muskel.
l. Medianlinie.
d. Darm.

Fig. 2. Querschnitt von *Ascaris megalocephala*. Cölomyarier. (Vergr. 350.)

m und q wie in Fig. 1.
n. Kern des Muskels.
k. Körnige Schicht zwischen Haut und Muskel.

Fig. 3. Stück eines Muskels von *Ascaris megalocephala* von der Seite gesehen. (Vergr. 350.)

m und b wie oben. Man sieht hier die Streifen des Muskels sich auf das Bläschen fortsetzen, ein Fall, den ich selten beobachtet habe.

Fig. 4. Querschnitt von *Prosthecosacter inflexus.* (Vergr. 120.)

l'. Secundäre Medianlinien. Man sieht die Fasern und Kerne der Marksubstanz.

Fig. 5. Querschnitt von *Spiroptera obtusa.* Cölomyarier. (Vergrösserung 350.)

b und m wie oben.

Fig. 6. Querfortsätze der Marksubstanz und Ansätze an die Medianlinie von *Ascaris maculosa.* (Vergr. 250.)

Fig. 7. Medianlinie von *Oxyuris spirotheca* aus Zellen bestehend, daneben die Muskeln. (Vergr. 350.)

Fig. 8. *Filaria cystica* R.

A. Bläschen aus der Marksubstanz, nebst den Kernen. Die darunter liegenden Muskeln sind weggelassen.

B. Querdurchschnitt eines Muskels, um den Zusammenhang von Muskel, Bläschen und Kern zu zeigen.

Fig. 9. *Spiroptera obtusa.* Muskelzellen von der inneren Fläche gesehen. Jede Zelle mit vielen Kernen. (Vergr. 120.)

Fig. 10. Fasersystem der körnigen Schicht von *Ascaris lumbricoides.* Die Lippen sind abgeschnitten, die Haut in der Rückenlinie aufgeschnitten und die Muskeln entfernt.

p. Gefässporus.

p p. Papillen.

f. Fasern.

Schwache Vergrösserung.

Fig. 11. Stück einer solchen Faser. (Vergr. 350.)

Fig. 12. Kopf von *Pelodytes strongyloides.* Platymyarier. Seitenfeld und Muskelfeld gleich gross. Der Mund sechslippig.

a, l, m, p wie oben.

v. Gefäss.

z. Zellen, welche am Porus sitzen.

(Vergr. 350.)

Bemerkungen über *Mermis.*

Von

Dr. A. Schneider.

(Hierzu Taf. VI.)

Die Geschichte der jetzigen Ordnung *Gordiacea* Sieb. hat bereits Meissner (Siebold's und Kölliker's Zeitschrift Bd. VII. S. 1 u. ff.) genau auseinander gesetzt. Es war vorzüglich die grosse Aehnlichkeit in der Lebensgeschichte, welche Siebold veranlasste, die beiden Genera *Gordius* und *Mermis* in dieser Ordnung zu vereinigen. Obgleich der Bau derselben damals nur unvollkommen vorlag, so bemerkte doch Siebold, dass *Mermis* näher mit den Nematoden verwandt sei als *Gordius*. Durch Meissner machte die Kenntniss dieser Thiere einen schnellen und grossen Fortschritt. Meissner zog die Berechtigung der Ordnung selbst nicht in Frage, er bestätigte das schon von Siebold als charakteristisches Merkmal hervorgehobene Fehlen des Afters und fügte das Fehlen des Darmcanals als neues gemeinsames Merkmal hinzu.

Allein wenn man von diesen beiden Merkmalen absieht, so geht aus Meissner's Untersuchungen doch eher hervor, dass in allen übrigen Punkten die beiden Genera ganz verschieden sind. Der Kopf von *Mermis* ist mit Papillen besetzt, der Kopf von *Gordius* nicht. Die Vulva liegt bei *Mermis* mehr in der Mitte des Thieres, bei *Gordius* in der Schwanzspitze. Der Eierstock theilt sich demzufolge bei *Mermis* in zwei Aeste, welche symmetrisch nach hinten und vorn liegen; bei *Gordius* laufen die beiden Aeste parallel nach vorn. Das Männchen von *Mermis* (*albicans*) hat eine ungetheilte Schwanzspitze mit mehreren Papillenreihen und zwei Spicula; das Männchen von *Gordius* einen gegabelten Schwanz, keine Papillen, sondern

Stacheln und keine Spicula. *Mermis* hat Seitenfelder, *Gordius* hat keine. *Mermis* hat vier Medianlinien, *Gordius* eine.[1]) Von dem eigenthümlichen Verdauungsapparat der *Mermis* ist bei *Gordius* keine Spur. Ich werde auch zu zeigen versuchen, dass man *Mermis* einen Darmcanal geradezu nicht absprechen kann. Es bleibt also schliesslich kein gemeinsames Merkmal als der Mangel des Afters, ein Charakter, der offenbar in sonst ganz verschiedenen Unterabtheilungen vorkommen kann. Will man die übrigen Nematoden mit Ausschluss von *Gordius* und *Mermis* als eine homogene Familie, etwa *Strongyloidea* Leukart (Nachträge und Berichtigungen zu v. d. Hoeven's Lehrbuch der Zoologie) betrachten, so muss man wenigstens drei Familien, *Strongyloidea*, *Mermithea* und *Gordicea* unterscheiden. Ich schlage diese Eintheilung keineswegs definitiv vor, glaube vielmehr, dass die *Strongyloidea* noch weiter zerfällt werden müssen. Diese Betrachtungen mögen es rechtfertigen, dass wir im weiteren Verlauf der Untersuchung es unterlassen, Analogien zwischen *Gordius* und *Mermis* aufzusuchen.

Die folgenden Bemerkungen stützen sich fast ausschliesslich auf die Untersuchung von *Mermis nigrescens*, sie werden vorzüglich nur die Punkte berühren, in welchen ich von Meissner abweiche. Da Meissner von *Mermis nigrescens* nur wenige Exemplare untersuchen konnte und seine Ansichten wesentlich an *M. albicans* gebildet sind, bedaure ich, dass mir von letzterem nur ein gutes Spiritusexemplar zu Gebote stand.

Nach Meissner (l. c. S. 11) stehen am Kopfe von *M. nigrescens* sechs Papillen. Es sind sechs trichterförmige Lücken der Haut, in welche eben so viel Papillen aus dem Inneren hineinragen. Die Form der Papillen finde ich ganz gleich, es sind aber nicht sechs, sondern vier. Allerdings kann der Anschein von sechs Papillen entstehen, aber durch zwei Gebilde ganz anderer Art. Genau lateral nämlich liegt jederseits eine elliptische flache, wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllte Blase. Sie wird nach aussen von der Haut, nach innen von der dar-

---

1) Es ist für den Zweck dieser Zusammenstellung gleichgültig, ob man die Organe Medianlinien oder Nervenstämme nennt.

unter liegenden Körnchenschicht begrenzt. Dreht man das Thier so, dass die Blase dem Beschauer gerade die Fläche zukehrt, so ist die Begrenzung deutlich, wendet die Blase die schmale Seite zu, so ist sie weniger deutlich und ihre obere Spitze kann den Schein einer Papille geben. Alles das wird vollständig klar, wenn man den Kopf dicht hinter den Papillen quer durchschneidet. Man übersieht dann alle vier Papillen und die Querschnitte der beiden Blasen, deren innerer Rand sich wie ein kleiner Saugnapf ausnimmt.

Weiter giebt Meissner an, dass die Mundöffnung von einem schmalen Ringe umgeben ist, einer ringförmigen Lücke der Haut, in welche die innere Masse hineinragt. Dieser Ring soll sich von allen Seiten wie zwei aus dem Inneren in die Haut ragende Papillen ausnehmen. In der That sind es aber auch zwei Papillen, kein Ring. Man kann sich davon durch wiederholtes Drehen des Kopfes und auch bei der Ansicht von oben überzeugen. Diese zwei Papillen stehen lateral und unterscheiden sich von den vier erwähnten, dass an ihnen die Hautdurchbohrung mehr röhrenförmig und von einer körnigen Masse erfüllt ist, während an den anderen die Durchbohrung trichterförmig und von einem homogenen Kegel erfüllt ist.

An einem Spiritusexemplare sehe ich, dass bei *Mermis albicans* die Stellung und der Bau der Papillen ein ganz anderer ist, und dass Meissner's Beschreibung wohl das Richtige getroffen hat.

Als Secretionsorgane beschreibt Meissner drei mit grossen kernhaltigen Zellen erfüllte Schläuche, welche auf Coriumwülsten festgeheftet durch die ganze Länge des Thieres verlaufen. Auf dem bauchständigen Schlauch liegt ein (Bauchnerven-) Strang, der sich mit seitlichen Zweigen in seine Unterlage etwas einsenkt, so dass sich zwischen je zwei Zweigen eine Zelle hervorbaucht. Die Angaben über die Lage dieser Organe und die nähere Beschreibung des bauchständigen Schlauches und Stranges erkenne ich vollkommen an. Doch kann ich die Bezeichnung als Schläuche nicht billigen. An keinem derselben finde ich eine irgendwie deutliche umschlies-

sende Membran. Sodann will ich versuchen zu zeigen, wie man diese Organe unterscheiden kann.

Nur zwei, die mehr lateral stehenden, die wir Seitenfelder nennen, sind auf Coriumwülsten festgeheftet. Unter den dritten, der Bauchlinie, geht das Corium glatt weg. Die Wülste sind sehr deutlich an Querschnitten, wir haben davon eine Abbildung gegeben (Fig. 16). Die Substanz der Seitenfelder umfasste dieselben wie eine Rinne einen Stab. An den reifen *Mermis* sind die Kerne der Seitenfelder stark lichtbrechend und die Grenzen der Zellen nicht immer deutlich. An Mermithenlarven aus *Locusta* erkannte man sowohl die Bläschenform der Kerne, als auch die Grenzen der Zellen auf das Deutlichste. Die Anordnung der Kerne in den Seitenfeldern ist verschieden von der in der Bauchlinie. An den Seitenfeldern unterscheidet man jederseits eine Reihe grösserer Kerne und dazwischen etwa zwei Reihen kleinerer. Die Kerne der Bauchlinie sind alle gleich gross, man kann sie fast als eine Reihe betrachten, eine Reihe, deren Glieder abwechselnd ein wenig nach rechts und links gestellt sind, wie dies auch Meissner gut abgebildet hat. Noch in anderer Beziehung zeigt sich die Verschiedenheit der Bauchlinie und der Seitenfelder sehr hervorstechend.

Wir müssen noch einmal an die eigenthümliche Organisation von *Mermis* erinnern. Auf der Rückseite ist eine Linie, welche die Muskeln trennt, die Rückenlinie — Meissner's Rückennervenstrang — auf der Bauchseite die Bauchlinie — Meissner's bauchständiger Schlauch. Diese beiden betrachten wir als den Haupt-Medianlinien der Nematoden entsprechend. Es sind ferner die beiden Seitenfelder, welche seitlich aber etwas näher der Rückenlinie stehen. Durch zwei andere Linien, secundäre Medianlinien nach unserer Auffassung, ist die Muskelschicht jederseits zwischen der Bauchlinie und dem Seitenfeld nochmals getheilt. Entfernt man nun den ganzen Inhalt des Leibes, dass nur der Hautcylinder zurückbleibt, welchen man der Länge nach spalten und aufrollen kann, so sieht man auf der inneren Fläche des Corium ein System von Linien. Zuerst entsprechend den Medianlinien, sowohl den Hauptmedianlinien als den secundären Längslinien, die von einer Ver-

dickung des Corium herrühren. Dann den beiden Coriumwülsten der Seitenfelder entsprechend zwei Längsbänder. Dazwischen verlaufen Querlinien von der Grenze des Längsbandes zu den Medianlinien und von einer Medianlinie zur anderen. Die nebenstehende Figur wird dies alles deutlich



machen. a a bedeuten die Coriumwülste der Seitenfelder, d die Rückenlinien, a b die Bauchlinie, m m die secundären Medianlinien. Das verschiedene Verhalten der Bauchlinie und der Seitenfelder ist einleuchtend. Die Bauchlinie verhält sich ganz wie die anderen Medianlinien.

Wenn man die Abbildungen, welche Meissner vom centralen Nervensystem der beiden *Mermis* giebt, vergleicht, so muss es auffallen, dass sie so erheblich von einander abweichen. Allerdings beschreibt Meissner von beiden zwei vordere und zwei hintere Kopfganglien und ein Rücken- und Bauchganglion, die zusammen den Schlundring bilden. Nach der Abbildung ist der Anblick des Ganzen aber sehr verschieden. Meissner erklärt dies dadurch, dass bei *Mermis nigrescens* eine feste Haut vorhanden ist, welche die Ganglien zusammenhält, bei *Mermis albicans* die Haut dünn und leichter zerreissbar, wodurch die Ganglien aus einander treten.

Man kann dies sogenannte Hirn bei *Mermis nigrescens* leicht präpariren. Man schneidet ein Stück des Vorderendes ab und drückt mit dem Messerrücken langsam von hinten. In dieser Weise habe ich es in einer beträchtlichen Zahl beobachtet, muss aber bekennen, dass es mir nie das von Meissner gezeichnete Bild darbot. Es ist ein Körper, welcher vorn schmal, nach hinten allmählig in eine kuglige Anschwellung übergeht Aus der Anschwellung tritt wieder ein dünner Strang hervor.

Dieses ganze Gebilde umschliesst den von der Mundöffnung ausgehenden Oesophaguscanal. In seiner äusseren Gestalt gleicht es ganz dem Oesophagus vieler anderen Nematoden und wir wollen zeigen, dass man es auch mit mehr Recht für den Oesophagus als für das Hirn halten kann. Die Einschnürungen zu Ganglienkörpern, welche Meissner daran abbildet, haben wir nie finden können. Es ist nach aussen immer drehrund, in welchen Flüssigkeiten (Wasser, chromsaures Kali, Essigsäure) wir es auch untersuchten. Ich muss vermuthen, dass Meissner die Einschnürungen durch irgend ein anderes, von ihm unerwähntes, Reagens erhalten hat.

Das Ganze besteht aus einer äusseren festen Haut, darin liegen dichtgedrängt deutliche Zellen mit Nucleus und Nucleolus, nach vorn werden die Zellen sparsamer, man sieht nur eine homogene Substanz. Im Centrum des Bulbus liegt quer ein dunklerer elliptischer Körper aus kleinen Kugeln bestehend, von welchen man aber nicht behaupten kann, dass es Zellen sind. Auf der Aussenfläche des Bulbus setzen sich vier faserige Stränge an, die mit den Zellen in keiner Weise zusammenhängen, wie man überhaupt an den Zellen keinerlei Ausläufer erkennt. Wir können also in dieser Structur keine Aehnlichkeit mit der eines Nervencentralorganes erkennen.

Der Oesophagus der Nematoden ist allerdings immer anders gebaut. Siebold beschreibt ihn als aus drei länglichen Muskelmassen zusammengesetzt, welche durch Längsnäthe verbunden einen dreiseitigen Canal umschliessen. Man kann ihn aber noch allgemeiner auffassen als eine homogene Masse von einer äusseren Haut begrenzt und im Inneren einen festen Canal von drei- oder sechseckigem Querschnitt umschliessend. Meist strahlen nun von den Wänden des Canals verzweigte Balken einer festen Substanz nach der Haut aus; es wird dadurch das muskelähnliche Bild hervorgebracht. Diese Balken können aber auch fehlen, z. B. bei *Leptodera flexilis* und *Strongylus auricularis*. Bei diesen beiden liegen nun auch in der homogenen Substanz und zwar im Bulbus ein oder mehrere grosse Kerne mit Kernkörpern. Wenn wir sehen, dass der Oesophagus aus einer homogenen Masse mit Kernen bestehen kann, so wird

die Annahme weniger gewagt erscheinen, dass er auch viele Zellen in seiner Substanz umschliessen kann, wie bei *M. nigrescens*, dass also auch von dieser Seite die Deutung des fraglichen Organs sich rechtfertigen lässt.

Aus dem Bulbus tritt der Oesophaguscanal hervor, von einer dünnen Schicht homogener Substanz — Schlauch wenn man will — umgeben. Er legt sich dann, in gewissen Abständen Anschwellungen bildend, an den sogenannten Fettkörper Meissner's an, und verläuft an demselben in grossen Windungen, bis er blind endet. Meissner hat an diesem Schlauche einen sehr merkwürdigen Bau beschrieben. Der Oesophaguscanal ist nach ihm ein Halbcanal, eine Rinne, welcher in einem von schwammig-gallertiger Substanz erfüllten Schlauche liegt. Die Anschwellungen des Schlauches sind Höhlungen, die durch Einstülpungen desselben entstehen. Der Canal durchbohrt sie nicht. Ihre Oeffnung führt auch nicht in die Leibeshöhle, sondern in den Fettkörper. Es umgiebt nämlich eine zweite Membran den Schlauch, welche über jeder Oeffnung zu einem Canal sich auszieht, der sich an den Fettkörper ansetzt. Diesen Bau fand Meissner gleich bei *Mermis albicans* und *nigrescens*, bei letzterer nur in kleinerem Massstabe ausgeführt.

Von dieser Darstellung muss ich zuerst darin abweichen, dass ich den Canal für ein geschlossenes Rohr, nicht für eine Rinne halte. An Längsansichten lässt sich das nicht entscheiden, ich habe aber Querschnitte desselben und zwar gerade an *Mermis albicans* auf das Deutlichste als kreisförmig erkannt.

An den geschlechtsreifen Exemplaren von *Mermis nigrescens* sieht der Canal meist wie ein plattes Band aus. Es ist anzunehmen, dass er zusammengefallen ist.

Den Bau der Anschwellungen finde ich viel einfacher als Meissner. In jeder Anschwellung liegt ein länglich runder fester Körper, ein kernartiges Gebilde, um welches sich eine dunkle, körnige Masse abgelagert hat. Weder eine Höhlung noch eine Oeffnung kann ich daran finden, eben so wenig den Canal zum Fettkörper.

Der Oesophagusschlauch ist bei den ausgewanderten ge-

schlechtsreifen Thieren vergleichsweise eingeschrumpft, ganz anders nimmt er sich an Larven aus. Ich habe deren beobachtet aus *Locusta.* Der Schlauch ist prall mit einer homogenen Substanz erfüllt, in welcher in unregelmässigen Abständen sehr grosse bläschenförmige Kerne mit Kernkörpern liegen.[1]) Dass die kernartigen Gebilde der Anschwellungen aus diesen wahren Kernen entstehen, ist wohl zu vermuthen. Um Meissner's Ansicht noch aufrecht zu erhalten, könnte man annehmen, dass diese Kerne sich eben zu Magenhöhlen metamorphosiren. Man kennt bis jetzt freilich eine solche Metamorphose von Kernen noch nicht und bei *Mermis nigrescens* findet sie auch sicher nicht statt.

Der Fettkörper Meissner's gleicht seinem Aussehen nach vollkommen dem Darmcanal eines Nematoden und wenn auch kein Lumen desselben vorhanden zu sein scheint, so kann man ihn doch wohl als ein Analogon des Darmes betrachten. Das blinde Ende des Oesophaguscanales habe ich nicht gefunden, doch glaube ich nicht, dass in diese Angabe Meissner's ein Zweifel zu setzen ist.

Ein After ist bei *Mermis* nicht vorhanden. Doch ist die Stelle wenigstens bezeichnet, nämlich durch jene kleine Hauterhebung, welche sich auf der Bauchseite kurz vor dem Schwanzende befindet, da, wo gewöhnlich der After der Nematoden zu liegen pflegt.[2]) Meissner betrachtet sie als die Stelle, auf welcher der Schwanzstachel der Larve gesessen hat. Dieser

---

1) Man kann durch diesen Bau an den Oesophagus von *Trichocephalus*, *Trichosoma*, *Trichina* erinnert werden. Auch da umgiebt ein Schlauch mit eingestreuten Zellen, wofür sie Eberth, oder wohl besser Kerne, wofür sie Virchow bei *Trichina* (Archiv für path. Anat. Bd. XVIII. S. 339) hält, den Canal des Oesophagus. Da aber nach Eberth der Canal nur in einer Rinne des Schlauchs liegt, auch Leuckart (Wiegmann's Archiv. Jahresbericht für 1858) den Canal und den Schlauch als zwei getrennte Gebilde betrachtet, so lässt sich einstweilen keine Parallele ziehen.

2) Wahrscheinlich hat auch Siebold diese Papille für den After gehalten (vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere S. 130 Anmerk.) „In den verschiedenen *Mermis*-Arten lassen sich Mund, Schlund und After ganz gut unterscheiden."

Stachel sitzt aber immer auf der äussersten Schwanzspitze, und es ist nicht abzusehen, warum nach der Häutung, bei welcher der Stachel als ein Hauttheil abgeworfen wird, der Ansatzpunkt desselben so weit nach vorn rücken sollte.

Wir hätten nach dieser Auffassung bei *Mermis* sämmtliche Theile des Verdauungsapparats der Nematoden wiedergefunden, mit Ausnahme des Mastdarms. Das Eigenthümliche von *Mermis* besteht darin, dass der Oesophagus sich nicht in den Darm öffnet, sondern neben demselben verlaufend blind endigt, dass auch ferner der Darm nicht nach aussen führt.

Eine kurze Betrachtung wird dies Verhalten des Oesophagus weniger auffallend erscheinen lassen. Das Gewebe des Darms und des Oesophagus ist immer ganz verschieden, beide Organe treten in Communication, ohne dass die Gewebe in einander übergehen. Nun ist schon bekannt (Siebold vergl. Anatomie S. 130), dass sich der Darm blindsackartig über diese Communicationsstelle nach vorn fortsetzt. Es kann aber auch der Oesophagus sich weit nach hinten blindsackartig verlängern, die Oeffnung in den Darm kommt dann seitlich zu liegen, Oesophagus und Darm laufen ein gutes Stück neben einander. Ich habe dies Verhalten bei *Ascaris rigida* R. beobachtet. Um die Aehnlichkeit mit *Mermis* vollständig zu machen, fehlte nur, dass die seitliche Oeffnung wegfiele.

Das peripherische Nervensystem Meissner's haben wir schon wiederholt als morphologisch unserer Marksubstanz entsprechend betrachtet. Da wir auch hier keinen Zusammenhang der auf den Medianlinien liegenden Längsstränge mit einem Centralorgan nachweisen können, so fällt damit die wesentlichste Stütze für die physiologische Deutung derselben als Nerven weg.

Meissner beschreibt das peripherische Nervensystem von *M. albicans* und *nigrescens* sehr verschieden. Bei jenem sind vier Hauptstämme, bei diesem nur zwei vorhanden. Auch aus Meissner's Beschreibung geht hervor, dass bei beiden *Mermis* gleichmässig vier Medianlinien vorhanden sind, eine Rücken-, eine Bauchlinie und zwei secundäre Bauchlinien. Nach unserer Auffassung sind bei *Mermis albicans* die Längsstränge und die

Querfasern auf allen vier Linien deutlich vorhanden, bei *M. nigrescens* nur auf den beiden Hauptmedianlinien. Spuren erkennt man übrigens auch bei letzterer auf den secundären Medianlinien. Wollte man die Meissner'schen Nervenstämme anerkennen, so wäre es jedenfalls auffallend, dass in zwei nahestehenden Species die Anlage des wichtigsten Systems so verschieden sein sollte.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 13. Oesophagus von *Mermis nigrescens*.

i. Dunkler elliptischer Körper im Inneren des Bulbus.

c. Kanal des Oesophagus.

d. Darm (Fettkörper).

Fig. 14. Stück des hinteren schlauchartigen Theiles des Oesophagus einer Mermislarve aus *Locusta*.

Fig. 15. Dasselbe einer geschlechtsreifen *M. nigrescens*.

n n. Kerngebilde (Meissner's Magenhöhle).

Fig. 16, Querschnitt der Haut von *M. nigrescens*, um die beiden Coriumwülste zu zeigen, auf welchen die Seitenfelder sitzen

Fig. 17. Kopf von *M. nigrescens*. Von oben gesehen.

o. Mund.

p. die vier hinteren conischen Papillen.

p'. die zwei Papillen am Mund.

x. Querschnitt durch den vorderen Theil der seitlichen Blasen.

Fig. 18. Seitenfeld von *M. nigrescens*.

Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Muskelzuckung.

Vorläufige Mittheilung von

Dr. Ch. Aeby,

Privatdocent in Basel.

Nachdem früher, gestützt auf mikroskopische Beobachtungen, von Ed. Weber eine vielleicht gleichzeitige Contraction sämmtlicher Abschnitte einer gereizten Muskelfaser war behauptet worden, wurden in neuerer Zeit die Stimmen immer zahlreicher, welche sich zu Gunsten einer wellenförmig fortschreitenden Bewegung aussprechen, ohne dass jedoch ein directer Beweis hierfür wäre geliefert worden. Vermittelst eines neuen, eigens hierzu construirten Apparates, habe ich versucht, die schwebende Frage experimentell zu lösen, und ich erlaube mir hiermit, die bisher gewonnenen Resultate vorläufig zu veröffentlichen. Die Beschreibung des Apparates muss der definitiven Arbeit vorbehalten bleiben. Die Versuche wurden sämmtlich am Frosch und zwar mit einem der parallelfaserigen Adductoren des Oberschenkels angestellt.

Ich verwendete zunächst Muskeln, an denen durch Vergiftung mit Wurali der Einfluss der Nerven, wenn auch nicht, wie ja vielfach bezweifelt wird, in ihren letzten Endigungen, doch jedenfalls in den Stämmen eliminirt war. Der an dem einen Ende vermittelst eines möglich schwachen Inductionsschlages gereizte Muskel zeigte in der That eine an der zunächst afficirten Stelle beginnende und von da aus über die entfernteren Theile successiv sich verbreitende Verkürzung. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit selbst muss eine verhältnissmässig kleine genannt werden, indem sie im Mittel für die Secunde 1 Meter wohl nicht erreicht, jedenfalls aber nicht überschreitet. Ich verzichte vor der Hand auf genaue Zahlenangaben, da die Reihe

meiner Versuche bis jetzt noch zu klein ist. Die angegebene Grösse gilt indessen nur für möglichst frisch und unmittelbar nach eingetretener vollständiger Vergiftung untersuchte Muskeln, da jede Verringerung ihrer Lebensenergie auch mit einer Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verkürzung verknüpft zu sein scheint. Ziemlich rasch sinkt sie bei ausgeschnittenen und der freien Luft ausgesetzten Muskeln, dagegen nur langsam bei solchen, die in ungestörtem Zusammenhange mit dem Körper belassen wurden. Im ersteren Falle fand ich nach 2—3 Stunden die Geschwindigkeit in der Regel auf $^1/_3$—$^1/_4$ der ursprünglichen verändert, im letzteren dagegen war sie selbst am vierten Tage nach der Vergiftung noch kaum auf die Hälfte gesunken. — Gewiss überraschend ist die Thatsache, dass diesen vergifteten Muskeln die unver gifteten sich in jeder Beziehung durchaus gleich zu verhalten scheinen, wenigstens erhielt ich in den bisherigen Versuchsreihen genau dieselben Zahlenwerthe. Dies veranlasste mich, die Muskelverkürzung zu prüfen, wenn sie durch Reizung des Nervenstammes war erzielt worden. Auch hier stellte sich heraus, dass die Contraction nicht eine an allen Stellen gleichzeitige, sondern vielmehr eine successive ist und zwar schien sie mir von der Endausbreitung der Nervenzweige auszugehen, bei dem erwähnten Muskel also von seinen beiden Enden gegen die Mitte, beim Gastroknemius vom unteren zum oberen Ende fortzuschreiten. Ich enthalte mich vorerst noch jeder bestimmten Angabe über diesen Punkt, der in vielen Beziehungen jedenfalls unsere volle Beachtung verdient.

Gern benutze ich diese Gelegenheit, Herrn Prof. du Bois-Reymond öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen für die vielfache Förderung, welche mir von seiner Seite sowohl bei der Herstellung des Apparates als auch bei den ersten Versuchen zu Theil geworden ist.

Ueber eine einfache Methode die Herzbewegung bei Vögeln lange Zeit direct zu beobachten.

(Briefliche Mittheilung an Prof. du Bois-Reymond.)

Von

Prof. Rudolph Wagner.

Göttingen, den 9. Februar 1860.

Sie haben in Ihrem Archiv Heft IV. des vorigen Jahrgangs einen Aufsatz von Dr. Einbrodt aus Moscau über den Einfluss der Nervi vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln abdrucken lassen, der sich auch auf frühere Untersuchungen von mir bezieht.[1] Ich habe die vor 6 und 7 Jahren angefangene Arbeit diesen Winter wieder in meinen praktischen Uebungen vornehmen lassen wollen, als ich bald nach Beginn der Vorlesungen heftig erkrankte und noch jetzt das Zimmer zu hüten genöthigt bin. Ich fürchte, dass ich nun auf diese Experimente über die Innervation des Herzens zunächst nicht mehr zurückkommen werde, obwohl mir eine ziemliche Masse Collectaneen vorliegen und sich die Versuche auf die vier Wirbelthierklassen ausdehnten. Diese bedürfen, insofern sie auf elektrischen Reizversuchen beruhen, vorzüglich einer Revision, da man damals die nothwendigen Cautelen noch nicht so genau kannte, wie jetzt. Obwohl ich den Sympathicusstamm vom benachbarten Vagus möglichst isolirte, so bezweifle ich doch nicht, dass die Reizung des ersteren nicht ohne Wirkung auf den letzteren war. Wie ich mich denn im vorigen Jahre überzeugte, dass auch an den Köpfen von hingerichteten Menschen elektrische Reizung des wohlisolirten herabhängenden Endes des Vagus Erweiterung der Pupille hervorruft, wenn auch in ge-

---

1) Nachrichten von der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. 1854. Nr. 6. 10. April, wieder abgedruckt in meinen neurologischen Untersuchungen. 1854. S. 215.

ringerem Grade, als durch Reizung des abgeschnittenen Stammes des Halssympathicus, der doch allein die Erweiterungsfasern der Pupille des Auges beherrscht.

Bei elektrischer Reizung des peripherischen Stammes des Vagus am Halse bei Vögeln mit dem Schlittenapparat habe ich später auch öfter Stillstand des Herzens beobachtet, jedoch nie so energisch und dauernd als bei Säugethieren oder gar bei kaltblütigen Wirbelthieren. Aber davon wollte ich eigentlich nicht reden, sondern von der Methode, das Herz zu beobachten. Allerdings kann man sich bei Vögeln, wie auch Herr Einbrodt angiebt, der Acupuncturnadeln wegen der Dicke des grossen Brustmuskels nicht bedienen. Er wandte die Auscultation an.

Seit einer Reihe von Jahren bediene ich mich aber schon für meine Vorlesungen, wie für Versuche, der Bloslegung des Herzens bei Vögeln, so dass man dessen Bewegung auf das Schönste Stunden lang beobachten und jeden Versuch anstellen kann. Ich weiss nicht, ob diese Methode anderwärts auch bekannt ist, theile sie aber jedenfalls mit, da man hier die Bewegung am blosgelegten Herzen ohne künstliche Respiration so schön längere Zeit Vielen zeigen kann. Die Tauben (deren ich mich in der Regel bediente) werden mit Flügeln und Füssen an vier Haken oder Nägel eines Brettes auf dem Rücken liegend mit Bändern festgebunden, nachdem die Federn auf der Brust und dem Bauche ausgerupft sind. Hierauf mache ich einen Längsschnitt unterhalb des Brustbeins bis gegen den After und vom oberen Ende des Schnitts zwei Querschnitte am Rand des Brustbeins bis zu den Rippen; dann kann man das Brustbein aufheben und mit den Fingern (Zeigefinger) geht man über Leber und Magen zum Herzen und löst überall die dasselbe umgebenden Membranen der daselbst liegenden Luftzelle. Die Blutung bei dieser Operation ist äusserst gering. Man kann dann vom Brette aus zwei hölzerne Stützen so anbringen, dass das untere Ende des Brustbeins emporgehoben wird. Die Thiere vertragen dies in der Regel sehr gut. Man kann das Herz mit den Fingern comprimiren und, wie gesagt, die raschen, vibrirenden Bewegungen Stunden lang beobachten und vielerlei

Versuche anstellen. Man überzeugt sich, dass bei elektrischen Vagusreizungen oft noch schwach vibrirende, wühlende Bewegungen des Herzens vorhanden sind, während man durch die Auscultation keine eigentlichen Schläge mehr wahrnimmt.

Ueber den Stillstand des Herzens durch Vagusreizung.

Von

Julius Budge in Greifswald.

Im 4. Hefte des Jahrgangs 1859 dieses Archivs S. 439 ist eine Abhandlung: „Ueber den Einfluss der N. vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln von Dr. Einbrodt aus Moskau" abgedruckt, welche auf Anregung und unter Leitung des Herrn du Bois-Reymond entstanden ist. — In einer Anmerkung S. 430 theilt der Verfasser die Entdeckung des Herzstillstandes durch Vagusreizung unbedingt dem Herrn E. Weber zu und bestreitet meinen Antheil daran vollständig. Ich habe nun zwar bereits wiederholt die Unrichtigkeit dieser Annahme nachgewiesen, vgl. z. B. Archiv für phys. Heilk. X. S. 354, und es wäre billig gewesen, dem Publicum auch die Beweisstücke vorzulegen, welche für mich sprechen und nicht die gegentheiligen allein. Da dies nicht geschehen, so muss ich zu meiner Vertheidigung Folgendes erwiedern.

Es ist von jeher in der Wissenschaft Sitte gewesen, dass wenn zwei Forscher selbständig und unabhängig von einander dieselbe Entdeckung ungefähr um dieselbe Zeit gemacht haben, diese auch beiden gleichmässig zuerkannt wurde. Ich bin nun sehr wohl im Stande, die Selbständigkeit meiner Entdeckung durch äussere und innere Gründe nachzuweisen, wie ich auch schon früher wiederholt gethan habe. Die Thatsache ist allerdings von Herrn Weber eher in Italien, von mir aber eher in Deutschland als von ihm durch den Druck publicirt

worden. Oeffentlich vor Anderen habe ich sie wahrscheinlich noch eher als Herr Weber gezeigt, jedenfalls nicht später. Im September 1845 hatten die Herrn Gebrüder Weber in einer italienischen Naturforscherversammlung den Versuch vorgetragen. Die italienische Zeitschrift, in welcher Bericht davon gegeben ist, Annali di medicina, hat in Deutschland sehr wenig Verbreitung, wurde wenigstens bis vor 3 Jahren auf der Universität Bonn gar nicht gehalten. Es war auch von jener Weber'schen Mittheilung bis zur Mitte des Jahres 1846 in Bonn und sonst in Deutschland Nichts bekannt geworden. Schon im Winter 1845 hatte ich fast sämmtlichen Professoren und Docenten der medicinischen Facultät in Bonn den Versuch gezeigt, nachdem ich ihn mit Studirenden den ganzen Sommer 1845 hindurch ungemein oft angestellt hatte. Im Jahre 1846 machte ich die Herren Pirogoff aus Petersburg und Remak aus Berlin, die beide auf einer grösseren wissenschaftlichen Reise begriffen waren, mit meinem Versuch bekannt. Keiner von Allen erwähnte, dass derselbe durch irgend einen anderen Forscher publicirt worden wäre. Allen war er vollständig neu. In einem Briefe schrieb ich dem verstorbenen Johannes Müller davon, der diese briefliche Mittheilung in seinem Archiv abdrucken liess. Wäre dieser Versuch in der wissenschaftlichen Welt bekannt gewesen, so hätte sicher auch Müller davon gehört und dann gewiss nicht angestanden, dies in einer Anmerkung anzudeuten, was aber nicht der Fall ist. — Ich bin überzeugt, indem ich auf alle die Ehrenmänner mich berufe, welche ich oben angegeben und in meinen verschiedenen früheren Publicationen genannt habe, dass Niemand von ihnen heute noch meine Aussage in Abrede stellen wird, weil sie wahr ist. Ich habe schon im Jahre 1846 an Herrn Wunderlich in Tübingen wegen der Abhandlung geschrieben, welche später in dessen Archiv abgedruckt wurde.

Was ich also in Gegenwart ehrenwerther Lehrer der Medicin in Deutschland mindestens eben so früh bekannt gemacht und vor vielen meiner Zuhörer schon Monate lang vor der Weber'schen Publication gezeigt habe, das muss eben die Geltung

haben, als das, was Herr Weber im fremden Lande vor italienischen Naturforschern eröffnete.

Eine Anzeige der Weber'schen Mittheilungen findet sich zwar schon im Januarheft 1846 der Archives générales. Dieses gelangte aber erst im Mai desselben Jahres nach Bonn, nachdem meine Versuche dem Drucke schon längst übergeben waren, was ich thatsächlich nachweisen kann.

Mit einiger Liebe zur Gerechtigkeit und frei von einem bekannten, vielverbreiteten Gemüthsaffecte, kann man nicht anders urtheilen, als dass die Beobachtung über den Stillstand des Herzens durch Vagusreizung eben so gut von mir als von Herrn E. Weber herrührt, ja ich werde gleich zeigen, dass die von Letzterem nur zum Theile richtig war. Die Mehrzahl der deutschen Forscher ist auch darin gleichen Sinnes und in Frankreich und England fällt es Niemanden anders ein.

Wenn ich nun durch äussere Gründe meine Berechtigung dargethan habe, so sind die inneren nicht minder beachtenswerth. Ich hatte im Jahre 1841 und 1842 bereits Beobachtungen über den Einfluss des verlängerten Marks auf das Herz angestellt und veröffentlicht (siehe meine Unters. über d. Nervensystem. Frankfurt 1841, 1842. Hft. I. S. 131, II. S. 3 ff.). Diese Versuche waren mit schwächeren Reizen, theils chemischen, theils elektrischen angestellt und zwar bei Thieren nach dem Tode, und nachdem ich Mittel angewandt hatte, welche die Herzschläge sehr vermindern, wie Sublimat. Das Resultat dieser Versuche war, dass durch Reizung des verlängerten Marks unter den angegebenen Umständen die Herzschläge vermehrt werden, ja oft wieder eintreten, wenn sie verschwunden waren. In neuerdings angestellten Versuchen mit Sublimat kann ich das frühere Ergebniss vollkommen bestätigen (vgl. G. Joseph, hydrarg. bichlor. corrosivum quid in respiratione cordisque actione efficiat. Gryph. 1858.). Auch unser Autor hat p. 155 eine ähnliche Beobachtung mitgetheilt. Er fand nämlich sowohl nach dem Stillstande des Herzens bei fortdauernder Reizung als auch unmittelbar nach Unterbrechung des Tetanisirens die Zahl der Herzschläge beträchtlich höher, als vor der Reizung. Es ist dies vollständig analog meinen

Beobachtungen und beruht nur auf einer Abnahme der Thätigkeit der Medulla oblongata. Der Verfasser scheint zu glauben, dass bei Reizung von den N. vagi aus dies niemals eintrete. Dies ist nicht richtig. Wenn man den N. vagus durchschneidet und später sein peripherisches Ende, dessen Erregbarkeit allmählig sinkt, reizt, so bemerkt man dasselbe Phänomen, wie ich mit Herrn Waller in Gegenwart des Herrn Prof. Fisher aus Cambridge gesehen und auch veröffentlicht habe (s. Froriep's Tagesber. 1851. No. 415. p. 315. 3).

Ein paar Jahre später (1845) erhielt ich einen von Herrn Fessel, der damals in Bonn war, jetzt in Cöln Mechanicus ist, angefertigten Rotationsapparat durch meinen Schüler Dr. Hittorf. Ich beschäftigte mich sogleich mit meinem gewohnten Gegenstande, den ich unterdessen auch nicht liegen gelassen hatte, was gewiss nichts Auffallendes hat. Dagegen hat Herr Weber weder vor noch nach dieser Zeit vivisectorische Experimente angestellt, und was er von solchen in seiner im Uebrigen vortrefflichen Abhandlung in dem Wagnerschen Handwörterbuche angiebt, ist, ausser der einen Thatsache, durchweg unrichtig. Es gehören nämlich in diese Kategorie noch 3 andere Experimente von ihm: 1) giebt er an, der Stillstand des Herzens erfolge nicht, wenn nur ein N. vagus gereizt werde, während, wie ich bei meiner ersten Publication bereits gezeigt habe, die entgegenstehende Thatsache die richtige und allgemein anerkannte ist; 2) glaubte Herr Weber durch Reizung des N. sympathicus am Bulbus aortae Vermehrung der Herzschläge bewirkt zu haben, und gründete darauf seine Theorie von den zwei verschiedenen Nerveneinrichtungen — der hemmenden durch den N. vagus und der die Thätigkeit vermehrenden durch den N. sympathicus und die Ganglien. — Aber an dieser Stelle liegt gar kein Zweig des N. sympathicus beim Frosche, die vermehrte Pulsation rührt vielmehr nur davon her, dass die elektrische Flüssigkeit durch das Blut auf die Musculatur des Herzens überging, was bei Inductionselektricität sehr leicht geschehen kann. Schneidet man den Bulbus durch und damit auch den vermeintlichen Ast des N. sympathicus, so hat man dieselbe Wirkung wie vorher. 3) Die Angabe, dass Reizung des N. oculomotorius auch die

Pupille erweitern könne, habe ich ebenso vollkommen widerlegt (s. Fror. Tagesber. l. c. p. 311.).

Am Schlusse dieser meiner zur Vertheidigung dienenden Bemerkungen mache ich noch auf einen Irrthum in der Abhandlung des Herrn Einbrodt aufmerksam. Er glaubt, dass Vögel die Operation der Vagus-Durchschneidung länger überleben als Säugethiere, was in dieser Allgemeinheit nicht richtig ist. Sehr junge Vögel sterben mitunter schon nach 10 Minuten, alte Hunde sah ich sogar zuweilen länger als eine, selbst zwei Wochen leben. J. Müller spricht in der von dem Verfasser angezogenen Stelle nicht von Säugethieren überhaupt, sondern blos von Kaninchen, dass diese eher sterben als Vögel, und darin hatte er vollständig Recht.[1])

Notiz zur Geschichte des künstlichen Diabetes.

Von

Dr. W. Kühne.

In dem neuesten Werke von M. Schiff „Untersuchungen über die Zuckerbildung in der Leber und den Einfluss des Nervensystems auf die Erregung des Diabetes“ Würzburg 1859, befindet sich S. 74 Folgendes über die Entdeckung des künstlichen Diabetes bei Fröschen:

---

1) Hrn. Einbrodt's Anmerkung hat zum Zweck, den neuerdings in Frankreich erhobenen Ansprüchen an die Entdeckung der Vaguswirkung auf das Herz zu Gunsten der deutschen Physiologen entgegenzutreten. Demgemäss werden darin die Bekanntmachungen über diesen Gegenstand der Zeitfolge nach angeführt. Hr. Budge wird dabei ganz einfach an der, laut seinen eigenen Angaben ihm zukommenden zweiten Stelle, nach Hrn. Ed. Weber, genannt. Mit keiner Silbe berührt Hr. Einbrodt die Frage nach der Selbständigkeit der Beobachtungen der Hrn. Budge und Claude Bernard. Dass Hr. Einbrodt aber Hrn. Budge als zweiten Bekanntmacher nennt, könnte eher so ausgelegt werden, als anerkenne er die Selbständigkeit seiner Versuche, denn als läugne er sie. Hrn. Budge's Klage, „Hr. Einbrodt bestreite seinen Antheil an der fraglichen Entdeckung vollständig“, ist nur dann verständlich, wenn man annimmt, der Unterschied zwischen Priorität und Selbständigkeit habe Hrn. Budge nicht deutlich vorgeschwebt. E. d. B.-R.

„So weit waren meine Untersuchungen im Herbste 1855 während meines kurzen Aufenthaltes in Göttingen gediehen. Herrn Hofrath Wagner, der mir vier der hierzu benutzten Frösche und die nöthigen Reagentien überlassen, und der mir eine Zeit lang in den Räumen des dortigen physiologischen Instituts zu arbeiten gestattete, sei bei dieser Gelegenheit mein verbindlichster Dank ausgesprochen. Auffallend ist es nur, dass etwa $^3/_4$ Jahre nach meiner Abreise von Göttingen aus demselben physiologischen Institute eine Herrn Wagner gewidmete und unter ihm ausgearbeitete Dissertation von F. W. Kühne aus Hamburg hervorging, in welcher der Diabetesstich bei Fröschen als eine nagelneue Entdeckung des Verfassers behandelt wird. Herr Kühne kannte übrigens damals nur den Stich am verlängerten Mark, wie ich ihn in Göttingen mehrmals ausgeführt und vorgezeigt hatte, und er suchte mit vielem Fleiss genau die Stelle des Centralnervensystems zu bestimmen und zu umgrenzen, von welcher aus nach seiner Operationsmethode Diabetes erzeugt werden kann."

Herr Hofrath R. Wagner ermächtigt mich in einem aus Göttingen datirten Briefe in Bezug hierauf zu erklären, dass er nicht das Geringste von Herrn Schiff's angeblicher Entdeckung in Göttingen gesehen oder gehört habe, weder von Herrn Schiff selbst, noch von Anderen, und dass ihm jene Versuche so lange unbekannt geblieben, bis sie nach der Publication meiner Dissertation (Ueber künstlichen Diabetes bei Fröschen. Inaugural-Dissertation von F. W. Kühne. Göttingen 1856) durch Herrn Hofrath Berthold der Societät der Wissenschaften zu Göttingen mitgetheilt worden seien.

Ich selbst habe hierzu noch Das hinzuzufügen, dass ich mich während der Zeit, wo Herr Schiff in Göttingen war, in Hamburg aufhielt, und dass ich später vollkommen selbständig auf die naheliegende Idee kam, den Bernard'schen Diabetesstich bei Fröschen auszuführen. Herr Hofrath Wagner hatte hieran so wenig Antheil als Herr Schiff. Trotzdem bedaure ich, dass ich damals keine gedruckte Mittheilung des Herrn Schiff über die Entdeckung des künstlichen Diabetes bei Fröschen citiren konnte, da mir durch dessen Bruder, Herrn Hugo Schiff, nach dem Bekanntwerden meiner Versuche in dem Wöhler'schen Laboratorium, mündliche Mittheilungen über die in Rede stehenden älteren Beobachtungen gemacht wurden. Ich muss daher die formelle Priorität in dieser Sache für mich in Anspruch nehmen.

Die Angaben des Herrn Schiff über die Erzeugung des künstlichen Diabetes durch Verletzung anderer Theile des Centralnervensystems, als der im verlängerten Mark gelegenen, kann ich auch neueren Versuchen zu Folge für die Frösche nicht bestätigen. Zahlreiche Versuche an höheren Wirbelthieren, denen ich beiwohnte, schlugen ebenfalls fehl.

Paris, den 1. Februar 1860.

Ueber die chemischen Muskelreize.

Von

Dr. Schelske.

(Aus den Verhandlungen des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg.)

In Bezug auf eine Arbeit des Dr. Kühne „über directe und indirecte Muskelreize mittelst chemischer Agentien" in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv, Jahrgang 1859, unternahm Dr. Schelske gemeinschaftlich mit Dr. Wundt eine Prüfung der Angaben Kühne's. Die Resultate dieser Untersuchung sind kurz folgende:

1. Säuren: Salzsäure, Salpetersäure und Chromsäure bewirken noch in grosser Verdünnung vom Muskelquerschnitt aus Zuckung; Salpetersäure ebenso vom Nerven aus, Salzsäure und Chromsäure dagegen nur concentrirt, in grosser Verdünnung aber wirken beide noch nach vorangegangenem Digeriren mit Muskelsubstanz. — Essigsäure bewirkt weder vom Nerv noch Muskel aus Zuckung, der Dampf der concentrirten Säure eine nachhaltige Runzelung des Muskels bei directer Einwirkung auf diesen. — Oxalsäure, Weinsäure und Milchsäure geben vom Nerven und Muskel aus Zuckung, Gerbsäure lässt beide unerregt.

2. Alkalien: Kali bewirkt vom Muskel und Nerven aus Zuckung. Ammoniakdämpfe wirken bei kurzer Annäherung auf den Muskel weder, noch auf den Nerven. Sobald der Nerv jedoch auszutrocknen beginnt, erregen die Dämpfe vom Nerv aus Zuckungen, welche beim Befeuchten desselben wieder verschwinden, mit jedem neuen Austrocknen wiederholt sich die Erscheinung. Liquor. amm. caust. bewirkt nicht Zuckungen, dagegen runzeln sich die damit befeuchteten Gewebe, Muskel und Nerv sowohl, wie Haut und Bindegewebe. — Die Dämpfe bringen bei längerer Einwirkung dieselben Formveränderungen hervor.

3. Alkalisalze geben vom Nerv und Muskel aus noch in ziemlich verdünnten Lösungen Zuckung.

4. Salze der schweren Metalle (Eisenchlorid, Chlorzink, Zinkvitriol, Kupfervitriol, Sublimat, salpetersaures Silberoxyd, neutrales essigsaures Bleioxyd) bewirken hinlänglich concentrirt, sämmtlich vom Nerven aus Tetanus, die meisten aber erst nach einer Einwirkung von 3 bis 5 Minuten; auf den Muskelquerschnitt angewandt, bewirken alle baldige Zuckung, mit Ausnahme des Sublimat.

5. Einige organische Stoffe. Glycerin giebt weder vom Nerven noch Muskel aus Zuckung, Alcohol dagegen von beiden. Die Dämpfe des Kreosot zerstören den Muskel sehr rasch, ohne ihn zur Zuckung zu bringen, vom Nerven aus erhält man durch dieselben bisweilen Zuckungen.

Zur Prüfung der chemischen Reize vom Nerven aus wurde

der stromführende Froschschenkel, vom Muskel aus die mm. gastrocnemius, tibialis ant. und post. des Frosches verwandt. Gastrocnemius und tibialis geben stets nur vom obern Ende aus Zuckung, sartorius von beiden Enden; dabei wuchs meistens die Stärke seiner Zuckung mit der Annäherung des Querschnittes an die Mitte des Muskels.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Behauptung Kühne's, dass einige chemische Reize nur vom Muskel, andere nur vom Nerven aus wirksam (woraus er einen Beweis für die Muskelirritabilität zu ziehen sucht), nicht richtig ist; die chemischen Reize wirken, mit Ausnahme des Sublimat und Kreosot (wo andere Erklärungsweise nahe liegt) entweder vom Muskel und Nerven oder von keinem von beiden erregend.

Gegen Kühne's Ansicht für die selbstständige Erregbarkeit des Muskels spricht sogar die zuletzt angeführte Thatsache: dass die Zuckung des Muskels vom Muskel aus gegen den Eintritt des Nerven in denselben hin vergrössert wird. —

Das Neben-Thränenbein.

Von

Prof. Mayer in Bonn.

Es hat in Heft 3. Jahrgang 1858 dieses Archivs Herr Prof. Luschka seine Entdeckung eines Neben-Thränenbeins besprochen. Es scheinen demselben meine früher bekannt gemachten Angaben über ein Neben-Thränenbein nicht bekannt geworden zu sein (S. Ueber das Auge der Cetaceen, nebst Bemerkungen über das Auge des Menschen und der Thiere. Bonn bei Henry und Cohen 1852). Es heisst daselbst Seite 52: „Beim Menschen variirt der unter dem Boden der Augenhöhle liegende Nasentheil des Thränenbeins sehr und zeigt mehr oder weniger Cellulae lacrymales. Ein besonderes Zwickelbein (Rousseau) findet sich bisweilen hier; selbst ein zweites (Béclard). Bisweilen ist ein kleiner Facialtheil halbgetrennt vorhanden.“ Auch habe ich an diesem Orte die bisher noch nicht vollständige vergleichende Anatomie des Thränenbeins eingeschaltet und über meine Entdeckung des sonderbar geformten früher geleugneten Thränenbeins des Elephanten berichtet. Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir auch die Bemerkung in Bezug der trefflichen Arbeit des Prof. Luschka über den Nervus phrenicus, dass ich (Ueber Gehirn etc. Bonn bei Marcus. 1833) meine Untersuchungen über den zweifachen Ursprung des Nervus phrenicus, aus einer sensorischen und motorischen Wurzel des vierten Halsnerven nämlich, bekannt gemacht, welche Entdeckung wohl auf den vitalen Charakter dieses Nerven ein Licht werfen dürfte.

Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten.

Von

Franz Leydig in Tübingen.

(Hierzu Taf. VII., VIII. und IX.)

Gegenwärtiges erscheint als Fortsetzung des Aufsatzes: „Zur Anatomie der Insecten", welchen ich im vorigen Jahrgang dieses Archivs veröffentlichte. Bezüglich der hier abzuhandelnden Sinnesorgane glaube ich neue Thatsachen gewonnen zu haben, mit deren Hülfe wir vielleicht auf diesem wenig klaren Gebiete nach und nach festere Gesichtspunkte erlangen. Ich wünsche, dass folgende Mittheilungen eine beifällige Aufnahme finden und da sie noch sehr erweiterungsfähig sind, Anlass zu neuen Untersuchungen werden mögen.

I.

1. Die Antennen sind zum Theil Tastorgane.

Die Frage nach der eigentlichen Function der Antennen bei Insecten und Krebsen ist als eine zwar oft besprochene, aber noch nicht befriedigend gelöste zu betrachten; und obschon auch meine Untersuchungen weit davon entfernt sind, dieselbe vollkommen zu erledigen, so bin ich doch im Stande, den Gegenstand morphologischerseits bis auf einen gewissen Grad einzuengen, worin ein freundlicher Leser immerhin einen gewissen Fortschritt zu erblicken nicht abgeneigt sein wird.

Bekanntlich ist das „Gefühl" mit dem Begriff eines Thieres durchaus verbunden, und es hat dasselbe seinen Sitz über die ganze Oberfläche des Geschöpfes hin. An besonderen Hautstellen ist dieser Sinn zugeschärfter, wodurch dergleichen Orte zu Tastorganen werden. So hat denn in früher Zeit schon die Beobachtung des Thun und Treibens der Gliederthiere darauf geführt, in den gewöhnlichen Bewegungsgliedern, den End-

spitzen der Beine, eine Localisirung des Tastgefühls anzunehmen. Ich habe durch meine Mittheilungen über das Verhalten der Nerven im Tarsus der Insecten dieser physiologischen Auffassung eine anatomische Grundlage gegeben,[1]) indem ich zeigte, dass die Nerven in den Tarsusgliedern, nachdem sie sich zertheilt haben, in Ganglien anschwellen und dann jenseits derselben ihr eigentliches Ende an die Basis langer Haare heften, so dass man füglich von wahren, mit Nerven ausgerüsteten Tastborsten der Beine sprechen kann. Gleichwie nun aber bei höheren Thieren der Sinn des Getastes nicht bloss an den Enden der Extremitäten, sondern auch z. B. an den Lippen concentrirt sein kann, so treffen wir ganz entsprechende Verhältnisse bei den Arthropoden, und auch in diesem Punkte glaube ich zuerst specielle Befunde geliefert zu haben. Ich verweise auf die citirte Abhandlung, in welcher mit Hinblick auf die Mundtheile von verschiedenen Insecten dargelegt wurde, wie gewisse, dabei übrigens gewöhnlich aussehende Haare der Haut mit Nerven in directer Beziehung stehen, so dass die letzteren unterhalb der Basis des Haares mit gangliöser Anschwellung enden, mit anderen Worten, dass auch an den Mundtheilen echte Tastborsten zugegen seien.

Am längsten aber wohl sieht man in den Antennen die Organe des Tastsinnes und durch die hergebrachte Bezeichnung „Fühlhörner, Fühlfäden", werden sie auch gewissermassen dazu gestempelt. Gründe für diese Anschauung sind die Thatsache, dass unmittelbar vom Gehirn kommende Nerven in sie eintreten, sowie die tastenden Bewegungen, welche die Antennen am lebenden Thier bei gewissen Arten ausführen. Hierauf gerichtete Studien haben mir die weitere Kenntniss erschlossen, dass auch an den Antennen echte Tastborsten vorkommen, d. h. einfach zugespitzte oder gefiederte Haare, von gewöhnlichem, höchstens etwas blasserem Aussehen, welche mit ihrer Wurzel einem gangliösen Nerven aufsitzen. An den meist dunklen, hartschaligen Fühlern ausgebildeter Insecten und dickpanzeriger Krebse habe ich zwar den Zusammenhang der beiden besagten Theile noch nicht wahrgenommen, sondern

---

1) Dieses Archiv 1859. S. 62. Taf. IV. Fig. 37.

eigentlich nur die Anwesenheit ganglionärer Elemente in den Enden der Antennen und das Dasein der Borsten; aber nach der Analogie mit durchsichtigen Insectenlarven und zarteren Krebsen, bei denen ein derartiger Zusammenhang sogar verhältnissmässig leicht dem Beobachter sich darbietet, darf man gewiss auch das gleiche Verhalten für die ihr Inneres sehr verbergenden Antennen der übrigen Gliederthiere mit Fug und Recht annehmen. Nach meiner bisherigen Erfahrung sind unter den Krebsen die Daphniden und Phyllopoden das allergünstigste Object; ihre vorderen oder kleinen Antennen tragen allgemein ausser den nachher zur Sprache kommenden specifischen Cylindern noch eine oder mehrere spitz zugehende, blass gerandete Borsten, zu denen ein Nerv mit terminaler Ganglienkugel herangeht. Man möge zu diesem Behufe ausser meiner Abhandlung über *Artemia* und *Branchipus* in der Zeitschrift für wissensch. Zool. 1851 (S. 292, Taf. VIII. Fig. 8.), noch meine jüngst erschienene „Naturgeschichte der Daphniden" vergleichen, wo diese „Fühlfäden" oder „zugespitzten Einzelborsten" mit den Nervenenden von den verschiedensten Arten abgebildet und beschrieben sind. Schon um vieles schwieriger wird die Untersuchung bei dickhäutigeren Krebsen, z. B. bei *Asellus aquaticus* und *Gammarus pulex*; doch darf man noch mit ziemlicher Sicherheit (Fig. 4) blasse, zweizeilig gefiederte (b), von den anderen dornartigen, dunkel gerandeten Fortsätzen (a) der Cuticula gut unterscheidbare Fäden als die mit Nerven ausgestatteten Tastborsten ansehen. Bei ausgebildeten Insecten sind in der Regel die Antennen zu dunkel, um klare Bilder zu erhalten, wohl aber gestatten die weichhäutigeren Larven, namentlich solche, welche im Wasser leben, eine Einsicht in den Zusammenhang von Borsten und Nerven. Mir diente unter anderem die Larve des *Dyticus marginalis* hierzu, bei welcher die Antennen durchscheinend genug sind, um die in sie aufsteigenden Nerven, wenigstens streckenweise, verfolgen zu können. Weit günstiger müssen die Larven der kleinen Wasserkäfer, wie sie mir leider gerade nicht zu Gebote standen, für solche Forschungen sein.

Das Ergebniss, welches ich daher aus meinen früheren Ar-

beiten sowohl, als auch aus den vorstehenden Mittheilungen ableite, ist dieses, dass an den Antennen der Arthropoden ausser jenen Haaren, welche die Natur einfacher Hautauswüchse haben und an ihrer Wurzel über einem Cuticularcanal stehen, durch die eine Fortsetzung der Matrix, man könnte sagen, eine Papille gegen das Haar aufsteigt, noch Tastborsten besitzen, d. h. einfach zugespitzte oder gefiederte Haare, welche an ihrer Basis mit einem Nervenende zusammenhängen. Da nun die gleichen Elemente mit derselben nervösen Ausrüstung auch an den verschiedensten Hautstellen sich finden und, man mag die morphologischen Verhältnisse überlegen, wie man will, wir doch schwerlich auf etwas Anderes schliessen können, als dass man es mit Tastorganen zu thun habe, so nehme ich für ausgemacht an und benutze es zum Ausgangspunkt anderer Erörterungen, dass die in den Antennen allgemein vorhandenen Nerven theilweise an ihrem peripherischen Ende mit Borsten ausgerüstet sind, durch welche die Tastempfindung vermittelt wird.[1])

---

1) Der Stand unserer Kenntnisse über den feineren Bau der Haut bei Arthropoden und Weichthieren scheint mir zu gestatten, gewisse Parallelen zwischen den haarigen Auswüchsen beider zu ziehen, die ich hier auszusprechen nicht unterlassen möchte. Ich habe früher bei *Lymnaeus stagnalis* gesehen (Hist. d. M. u. d. Th. S. 106), dass die Epidermis der Tentakeln, der Rand des Fusses ausser den sich bewegenden Flimmerhaaren in Abständen stehende unbewegliche Borsten besitze. Eine ähnliche Beobachtung meldet später auch Claparède von *Neritina fluviatilis*; bei *Planorbis carinatus*, den ich noch jüngst hierauf geprüft habe, erkenne ich abermals, dass zwischen den Flimmerhaaren unbewegliche Borsten sich zeigen und bemerke insbesondere, dass an der Spitze der Tentakeln solche starre Borsten gehäuft stehen, und länger sind als an der übrigen Haut des Fühlers. Ich betrachte nun diese unbeweglichen, zwischen die Flimmerhaare eingestreuten Borsten für die Analoga der Tastborsten der Arthropoden und stelle andererseits die Flimmerhaare der obigen Mollusken den Elementen des gewöhnlichen Haarbesatzes der Arthropoden gegenüber, ohne mich dadurch abschrecken zu lassen, dass die einen das Vermögen der selbstständigen Bewegung besitzen, halte diese Verschiedenheit vielmehr nur für eine Consequenz der den beiden Thiergruppen zu Grunde liegenden Typen. Bei den Schnecken ist die Haut weich, durchweg contractil und ihre gewöhnlichen Auswüchse (die Flimmerhaare) sind eben-

2. Die Antennen sind ferner der Sitz einer anderen specifischen Sinnesempfindung, höchst wahrscheinlich des Geruchs.

Schon das im Voranstehenden von den Füssen und Mundtheilen Gesagte konnte zeigen, dass auch bei den Arthropoden, gleichwie bei den höheren Thieren Organe, welche zum Tasten dienen, gar wohl noch mit einer zweiten Function zugleich betraut sein können. Und dies leitet uns zu der weiteren Erwägung, ob nicht auch die Antennen neben dem Tasten vielleicht noch eine andere Sinnesempfindung besitzen. Allerdings haben schon Entomologen des vorigen Jahrhunderts, wie Réaumur und Rösel, die Antennen als Geruchswerkzeuge angesehen, wieder Andere wollten sie als Gehörorgane betrachtet wissen; doch gebrach es an eigentlichen anatomischen Nachweisen. Man sah eben, dass viele Insecten unzweifelhaft scharf riechen, manche auch gut hören und da sich keine anderen Organe des Geruchssinnes oder des Gehörs wollten ermitteln lassen, so blieb man bei den Antennen stehen und deutete sie in obigem Sinn.

Der erste, welcher dieser Annahme durch Untersuchung des feineren Baues der Antennen eine Stütze zu geben suchte, ist bekanntlich Erichson, indem er zeigte, dass gewisse (übrigens schon über zehn Jahre vorher von Dugès gekannte) Gruben sich sehr allgemein auf den so verschieden geformten Antennen der Insecten, mit Ausnahme der Gelenkglieder, finden. Man könne diese Bildung als eine eigenthümliche mit der Function der Fühler in engster Beziehung stehende ansehen. Zwar vermochte Niemand wahrzunehmen, dass Nerven an die Grübchen herantreten, aber man glaubte doch so viel

ist beweglich; bei Insecten, Krebsen u. s. w. ist im Gegentheil die Haut erstarrt, panzerartig, und mit ihr haben auch die Haare die active Bewegungsfähigkeit eingebüsst.

An der Egelart *Branchiobdella* finde ich am Vorderrand des Kopfes eine Anzahl heller, starrer Borsten (freilich nur bei gewisser Lage sichtbar), die vielleicht ebenfalls in die Reihe der Tastborsten mit der Zeit gestellt werden können.

folgern zu dürfen, dass eine mit zahlreichen Grübchen übersäete Haut zur Aufnahme riechender Stoffe besonders geeignet sei, zumal die Grübchen unten durch eine zarte Membran geschlossen seien und auch kleine, da und dort aus dem Grunde der Grübchen sich erhebende Wärzchen die Natur von Geruchspapillen haben konnten. Nach Erichson hat ferner Burmeister die Fühlerfächer der Lamellicornier untersucht und sich, so viel ich mich erinnere (die Originalabhandlung[1]) steht mir nicht mehr zu Gebote), in ähnlicher Weise ausgesprochen. Ich besah mir früher die Gruben von verschiedenen Insecten[2]) und da es mir schien, als ob solche Organe am ganzen übrigen Körper fehlen, so äusserte ich mich ebenfalls: man dürfe der Vermuthung Raum geben, dass man es mit einem specifischen Sinnesorgan zu thun habe, und aus Mangel an bestimmteren physiologischen Anhaltspunkten möchte vor der Hand noch am ehesten auf ein Geruchsorgan gerathen werden. Doch konnte ich schon damals zu bemerken nicht unterlassen, dass ich ganz ähnliche Vertiefungen auch am Brustschild der *Lampyris splendidula* beobachtet habe, was immerhin die ausschliesslich specifische Natur, welche die Gruben für die Antennen in Anspruch nehmen sollten, in etwas verminderte. Dazu gesellte sich die bereits von Anderen gemachte Beobachtung, dass die anscheinenden Papillen durch stufenweise Uebergänge zu wirklichen Haaren auswuchsen. Später als ich über Nervenendigungen in den Antennen der Insecten nachforschte[3]), erweiterte sich meine Kenntniss durch Wiederaufnahme der Untersuchung an den Fühlerblättern des Maikäfers dahin, dass die Gruben mit den Ausmündungen stärkerer Porencanäle der Cuticula in Beziehung stehen. Was mich meine neuesten Studien darüber gelehrt haben, will ich in Folgendem zusammenstellen.

---

1) Beobachtungen über den feineren Bau des Fühlerfächers der Lamellicornier als eines muthmasslichen Geruchswerkzeuges; in der Zeitung für Zoologie von d'Alton und Burmeister. Bd. 1. No. 7. 1848.

2) Lehrb. d. Hist. d. Menschen u. d. Thiere. S. 219.

3) Dieses Archiv, 1859: Zur Anatomie der Insecten.

a. Die Gruben oder Poren der Antennen.

Die Krebse anlangend, so finden sich an dem inneren Fühlerpaar des Flusskrebses (*Astacus fluviatilis*) markirte Stellen in der Cuticula der einzelnen Glieder (Fig. 3 b.). Es sind Vertiefungen der Haut, immer mehrere auf einem Glied, und sie werden besonders deutlich, wenn die Antenne einen Tag lang in Kalilauge gelegen hat. Sie sind nichts Specifisches für den bezeichneten Körpertheil, denn ich sehe sie auch auf der Haut der palpenähnlichen Anhänge der Kaufüsse, während sie an dem äusseren oder längeren Fühlerpaar sogar zu fehlen scheinen.

Bei einem *Pagurus* aus Bahia (Weingeistexemplar) besassen die Segmente des inneren Fühlerpaares ebenfalls die Hautgruben, aus den einen ragten Haare hervor, aus den anderen nicht; beidemal zeigten sie sich als erweiterte Enden der Porencanäle. Ausserdem sah man noch etwas anders geartete Gruben (Fig. 2 b), die um vieles grösser, dabei borstenlos, sind, und einem sehr weiten Hautcanal angehören.

Die Haut der Antennen von *Scolopendra* (*Lithobius*) *forficata* hat ebenfalls die grubenartigen Eintiefungen, welche genauer genommen nur Mündungen stärkerer, an ihrer inneren Oeffnung ebenso erweiterter Hautcanäle sind. Die Gruben werden zahlreicher gegen die unteren Glieder der Antennen hin und sind auch an der Haut des Kopfes vorhanden. *Scolopendra electrica* und die grosse *Scolopendra morsitans* zeigen nicht minder sehr zahlreiche Hautgruben, aus denen zum Theil sehr deutlich je eine Haarborste hervorragt.

Die untersuchten Insecten betreffend, so will ich zunächst abermals ohne begleitende allgemeinere Betrachtungen das Thatsächliche aneinander reihen. Bei den Käfern, deren letzte Antennenglieder hellbraun sind und dabei blattartig verbreitert (Lamellicornier), fallen auf diesen Blättern die so zahlreichen Gruben am schönsten in die Augen, so z. B. bei *Melolontha vulgaris*, *M. fullo*, *Rhizotrogus solstitialis*, und können hier am ehesten auf ihr näheres Verhalten geprüft werden; schon etwas mehr Schwierigkeit setzen dunkelbraune oder schwarze Antennen, wie z. B. die der *Hoplia squamosa*, wo

die Gruben als kleine helle Flecken von der dunklen Hautfläche abstechen; noch widerstrebender sind stark dickhäutige Fühler z. B. die des *Lucanus cervus.* Ich habe, wie das fast herkömmlich geworden, wieder den gemeinen Maikäfer (*Melolontha vulgaris*) zum Ausgangspunkt genommen (Fig. 10.). Hier stehen die Gruben sehr dicht beisammen, sind übrigens untereinander nicht gleich, sondern verschieden gross und zeigen, von der Fläche angesehen, drei Ringe, über deren Bedeutung man allerdings nicht auf den ersten Blick ein sicheres Urtheil fällen kann, sondern erst nach und nach, wobei sich denn zuletzt die Ueberzeugung feststellt, dass der äussere Ring (a) der Rand der grubenförmigen Eintiefung ist, dass ferner der mittlere (b) einen Ringwall oder eine kraterartige Erhebung innerhalb der Grube bezeichnet und dass endlich der innerste, kleinste Ring (c) auf das eigentliche Ende eines stärkeren Cuticularcanales (d), der in der inneren Erhebung aufhört, zu beziehen sei. Ist man in der Untersuchung so weit vorgeschritten, so muss man über zwei andere Fragen in's Reine zu gelangen suchen, wovon die erste lautet: geht über die Grube noch eine zarte, deckelartige Membran weg? Ich muss dieses verneinen, denn sowohl das sorgfältige Studium der Fläche (durch wechselnde Focaleinstellung und veränderte Beleuchtung), sowie senkrechte Schnitte, welche sich verhältnissmässig sehr leicht machen lassen, sprechen dafür, dass die Gruben völlig offen und unbedeckt sind. Die zweite schwieriger zu lösende Frage ist die, ob der in der kraterartigen Erhebung aufhörende Canal frei ausmündet, oder ob die Oeffnung desselben nach aussen geschlossen sei. Ich gestehe, dass ich, um hierin mir eine bestimmte Ansicht zu verschaffen, längere Zeit nöthig hatte, glaube jetzt aber behaupten zu dürfen, dass der Canal nicht mit der Aussenwelt zusammenhängt, sondern an dieser Stelle geschlossen ist und zwar durch ein kleines, helles Knötchen, das an manchen Gruben (e) zu einem kurzen Dorn sich vergrössert. Bei einiger Achtsamkeit auf den freien Rand der Antennenblätter bemerkt man nämlich, abgesehen von den Zacken, welche das Profil der zelligen Sculptur erzeugt, einzelne kleine, helle Dornspitzen, und bei Durchmusterung der

Fläche mit sehr starker Vergrösserung (Kellner Syst. 2 Oc. 2) kann man sich überzeugen, dass diese Dornen aus der Tiefe der Gruben, d. h. aus der Mitte des Ringwalles kommen. Die Dornen oder Kegel sind blass und so kurz, dass sie nur um weniges über den Krater der Grube hinausragen. Da man nun einerseits aus eben so beschaffenen Gruben anstatt des winzigen Dornes kräftige Haarborsten hervorragen sieht, so nehme ich andererseits an, dass die blassen kurzen Dornen an den meisten Gruben zu denjenigen kleinen Knötchen herabsinken, welche die Mündung des Hautcanales nach aussen absperren. — *Melolontha fullo*, von dem ich ein lange getrocknetes Exemplar untersuchte, besitzt die grössten mir bekannten Gruben, welche sich von denen des gewöhnlichen Maikäfers besonders dadurch unterscheiden, dass der innerste Ring um vieles weiter ist. Ich muss übrigens auch den letzteren für das Lumen des Hautcanales erklären; der mittlere Ring, ebenfalls um vieles umfänglicher als bei *Melolontha vulgaris*, ist die Contur der Erhebung innerhalb der Grube, derjenige Theil, in dem der Hautcanal, der dritte oder innerste Ring beginnt.

Die häufig schwarzen, hartschaligen Fühler anderer Käfer sind nicht selten, wie schon bemerkt, der Untersuchung sehr unbequem, so dass man am frischen Thier öfters kaum erfahren kann, ob Gruben da sind. Bei *Hydrophilus piceus* z. B., ja selbst an den kegelförmig verdickten Endgliedern des ganz kleinen *Hydr. scarabaeoides* erging es mir so, nicht minder bei *Elater haematodes*, während man an den hellbraunen Basalgliedern der Antennen genannter Schwimmkäfer leicht die kleinen Gruben erkennt, welche deutlich nach unten in einen Hautcanal sich fortsetzen. In Canadabalsam aufbewahrte Antennen hellen sich übrigens mit der Zeit so auf, dass ich gegenwärtig auch bei den bezeichneten Käfern die hier immer einen Dorn besitzenden Gruben der Endglieder wahrzunehmen vermag.

Hingegen sind für die Untersuchung empfehlenswerth die Wasserkäfer, wie *Dyticus*, *Acilius* u. s. w., namentlich um über die Gestaltungsverhältnisse der Gruben sich zu unterrichten;

die Antennen sind am lebenden Thier schon durchscheinend und werden es natürlich in Canadabalsam noch mehr. Besehen wir uns z. B. *Acilius sulcatus*, so zeigt sich unschwer, dass die Antennenglieder gegen ihre obere Gelenkstelle mehrere grosse, aus einander stehende Gruben besitzen, aus denen je ein kurzer Kegel hervorragt; um diese grossen Gruben zieht sich dann ein Trupp vier- bis sechsmal kleinerer Gruben. Die grossen Gruben sind es nun, die sich ganz besonders zum Studium eignen. Jede derselben senkt sich unter pokalartiger Gestaltung so tief in die Cuticula ein, dass unter ihr kaum mehr ein Aequivalent des bei den anderen vorhandenen Porencanales zu unterscheiden ist; aus dem Grunde der Eintiefung erhebt sich durch Aufwärtsstülpung der Grubenwand, ähnlich dem Boden einer Weinflasche, eine Art Warze, und dieser sitzt dann als Verlängerung der aus der Grube herausragende Kegel auf. Die truppweise stehenden kleinen Gruben zeigen von der Fläche gesehen einen hellen Ring mit punktförmigem Centrum, dann in der Tiefe einen zweiten Ring. Wüsste man nicht schon von anderen Stellen her die Linien zu deuten, so hätte man jetzt gleich nebenan auf dem scheinbaren senkrechten Schnitt der Cuticula die erklärenden Bilder zur Hand (vergl. Fig. 11.). Hier zeigen sich nämlich ziemlich starke, die Cuticula durchsetzende Canäle von welligen Rändern und oben sowohl wie unten leicht schüsselförmig verbreitert, was eben die beiden Ringe in der Flächenansicht bedingt. Der centrale kleine Fleck entspricht einem den Canal oben abschliessenden Knötchen, welches bei den vereinzelt mehr nach hinten stehenden Grübchen in einen kleinen hellen Dorn übergeht und auch da und dort zu einer langen, zugespitzten Borste sich umwandelt.

An den Antennen der Larve von *Dyticus marginalis* finden sich über die einzelnen Glieder zerstreut grössere Gruben, um welche rings herum die Cuticula ein eigenthümlich schrundiges Aussehen hat. So zählt man an dem auf das Basalglied folgende Glied bei gewisser Lage der Antennen drei grössere Gruben; eine viel kleinere Grube ist noch ausserdem nach der Wurzel des Gliedes hin zugegen. Das vierte Glied lässt dann

bei der eben einmal angenommenen Lage nur eine einzige mittelgrosse Grube erblicken, während wieder an dem vorletzten Gliede drei sichtbar sind, von denen die am weitesten vorn liegende die umfänglichste des ganzen Fühlhornes ist.

Eine besondere Aufmerksamkeit nehmen unter den Hymenopteren mit Rücksicht auf die hier uns interessirende Organisation die Schlupfwespen in Anspruch. Ich habe von ihnen die Gattungen *Ichneumon*, *Ephialtes tuberculatus* und *Ophion ventricosus* untersucht (Fig. 8). Alle haben an ihren vielgliedrigen, im Leben fortwährend vibrirenden Antennen ausser den gewöhnlichen kleinen Gruben, welche die Wurzel der Haare umgeben, noch auf den ersten Blick sehr specifisch aussehende, scharf markirte, längliche Gebilde, die sich bei näherer Betrachtung wie schmale, mit starker wulstartiger Einfassung versehene Spalten ausnehmen. Dann bemerkt man aber auch noch, dass zu jeder Spalte in der Tiefe der Cuticula ein kräftig beschatteter grosser Ring gehört, von dem sich schnell erkennen lässt, dass er eine Oeffnung an der Unterfläche der Cuticula vorstellt, mit anderen Worten, den Beginn eines Raumes anzeigt, der die Cuticula durchsetzend nach oben zwar in der Längenrichtung sich bedeutend verbreitert, aber zugleich im Querdurchmesser sich sehr verengt, so dass dann eben seine anscheinende Mündung an der Oberfläche die erwähnte schmale Längsspalte ist. Schöne Präparate verfertigt man sich dadurch, dass man die in Kalilauge erweichten und dann wieder abgetrockneten Antennen in Canadabalsam aufbewahrt, wodurch die Bilder sehr rein werden. — Bienen- und Wespenarten besitzen nur gewöhnliche Gruben.

Die Dipteren anlangend, so habe ich von *Musca vomitoria* nähere Kenntniss genommen und hier abermals eine neue und beachtenswerthe Abänderung im Verhalten der Gruben gefunden. Bekanntlich besteht die Antenne hier aus einem kurzen Basalglied und einem längeren kolbigen Abschnitt; von dem Wurzelglied weg geht eine langbehaarte Geissel („Fühlerborste"). Die Geissel ermangelt der Gruben; in ihrem Inneren findet sich kein Nerv, sondern nur ein Blutraum und Tracheen. Hingegen das kolbige Endglied ist mit zweierlei Gruben über-

sät, von denen die einen sehr dicht gestellt sind und, indem sie als helle Flecken von der dunklen Haut abstechen (Fig. 9 a), die gewöhnliche Art repräsentiren; sie sind meist klein, doch stehen dazwischen andere, welche doppelte Grösse haben. Die zweite Art Gruben, welche eigentlich richtiger Säckchen zu nennen wären, zeigen einen von den vorigen ganz verschiedenen Habitus (Fig. 9 b.) und sind dabei in einer verhältnissmässig sehr beschränkten Anzahl (vielleicht 40—50 in einer Antenne) zugegen. Vor allem fallen sie durch ihre Grösse auf, dann dadurch, dass ihre Oeffnung an der Haut einen Borstenkranz zeigt, am meisten aber durch den Umstand, dass sie im isolirten Zustande als weit nach innen gebuchtete Säcke sich zu erkennen geben, die unten völlig geschlossen, in ihren Umrissen an manche Drüsenformen erinnern können. Zu jedem Säckchen gehört eine ihr innig anhaftende Zone cylindrischer Zellen. Von der Innenfläche des Säckchens erheben sich blasse, hohle Kegel, und dass ihre Höhlung sich gegen die Matrix der Cuticula hin öffnet, sieht man bestimmt an isolirten oder einigermassen frei liegenden Säcken. Diese gebuchteten Räume sind wieder unter sich sehr verschieden gross, die umfänglichsten messen 0,0257—0,0314‴ im Durchmesser; die Oeffnung an der Cuticula beträgt gewöhnlich 0,0057‴. Was den übrigen Inhalt des Antennenkolbens betrifft, so entwickelt der Nerv ein starkes Ganglion, aus dem wieder ein peripherisches Nervengeflecht hervorgeht, von dem ich erkannt zu haben glaube, dass die letzten Ausläufer sich in die je ein Säckchen umgrenzenden Zellen verlieren. — Endlich möchte ich bezüglich der Präparation noch vorbringen, dass an der frischen Antenne die Säcke keineswegs leicht in die Augen springen, wohl aber an Objecten, die einige Zeit in Kalilauge gelegen haben oder in Canadabalsam aufbewahrt wurden. An solchen hat man sich vor Allem zurecht zu finden.

Unter den Orthopteren sieht man an den langen, borstenförmigen Antennen der *Locusta viridissima* zahlreiche Gruben, aber nur von der gewöhnlichen Art und immer mit einem Dorn versehen. Ebenso bei *Acridium coerulescens.* Bei einem anderen Geradflügler, der *Forficula auricularia*, finden sich an

jedem Glied in der Nähe des Gelenkrandes einige Gruben, die nichts von einem Haar oder Dorn enthalten.

Um auch noch auf zwei andere Insectenordnungen Bezug zu nehmen, so bieten die mir vorgelegenen Neuropteren und Hemipteren keine besonderen Abweichungen dar. An *Hemerobius* stehen zwischen den Reihen der eine Borste tragenden Gruben noch vereinzelte haarlose Gruben. Bei den mehr oder weniger durchscheinenden Antennen der Larven von *Ephemera*, *Agrion* und *Aeschna* ist das Wurzelglied ohne Grube, sonst steht an jedem Glied zunächst des Gelenkes eine solche, dann an der Spitze des Endgliedes. Bei *Ephemera* wollen sie gesucht sein, schärfer treten sie an den zwei übrigen Larven hervor. Diese vereinzelten Gruben sind ohne Dorn. — Die Hemipterengattungen *Lygaeus apterus* und *Pentatoma prasinum* zeigen an den Antennen nur solche Gruben, welche aus ihrer Mitte ein Haar hervorgehen lassen.

So weit meine Erfahrungen. Unterdessen hat auch ein französischer Beobachter, Lespès[1]), eine ausführliche Arbeit über dieselben Bildungen veröffentlicht, aber, wie gesagt werden darf, fragliche Organe nicht wenig verkannt und irrthümlich gedeutet. Er glaubt namentlich beim Maikäfer nachweisen zu können, dass jede der Gruben ein Gehörorgan mit einem Otolithen vorstellt; er lässt die Grube von einer zarten Membran überspannt sein und verlegt dahinter ein Säckchen, welches ausser einer dicken Flüssigkeit einen soliden Körper, d. h. einen Hörstein einschliesse. Zu jedem dieser Gehörorgane gehe ein Nerv und so wäre denn allerdings eine grosse Analogie mit dem Gehörorgan verschiedener wirbelloser Thiere gegeben. Allein diese Deutung beruht auf falscher Auslegung des Gesehenen: man kann sich durch Besichtigung der Flächen und auf senkrechten Schnitten überall davon überzeugen, dass die Gruben von keiner Membran überspannt sind, ferner eben so bestimmt davon, dass in der Grube kein Bläschen liegt, sondern was Lespès dafür nimmt, ist eine innere papilläre Er-

1) Mémoire sur l'appareil auditif des Insectes, Annal. d. Scienc. natur. 1858.

hebung, und was drittens den „Otolithen“ anbetrifft, so wird von genanntem Autor der innerste Ring als Hörstein angesehen, während doch dieser centrale Fleck entweder auf die oberste Lichtung des Hautcanales, oder auf das den Canal oben abschliessende Knötchen oder den kurzen Dorn (in seinem scheinbaren Querschnitt) zu beziehen ist.

Im völligen Gegensatz zu Lespès fasse ich daher auf Grund obiger Mittheilungen meine Ansicht über das Morphologische besagter Organe nochmals in Folgendem zusammen.[1]) Die Gruben an den Fühlern der Insecten sind:

1. offene unbedeckte Eintiefungen der Cuticula.

2. Im Wesentlichen durchaus nicht verschieden von dem erweiterten Ende, welches auch sonst bei den Arthropoden die starken Hautcanäle zeigen, ja sie sind in vielen Fällen mit ihnen durchaus identisch.

3. Diese Identität geht ferner so weit, dass auch aus ihrer Mitte ein Haar hervorkommt, welches gewissermassen als Verschluss dem Hautcanal aufsitzt.

4. Eine anscheinend specifische Natur können die Gruben dadurch annehmen, dass, wie dies bei gewissen Lamellicorniern geschieht, sie ihren Umfang sehr vergrössern und zudem fast völlig haarlos sind, wobei indessen das in ihnen wurzelnde Haar oder der Dorn nur winzig klein geworden ist, gewissermassen nur zu einem kleinen den Hautcanal zudeckenden Knötchen herabgesunken erscheint. Die Weite der Gruben in den angedeuteten Fällen lässt sich als eine einfache Folge der Umbildung der Antennen denken. Oder ist es so unwahrscheinlich, dass an den sich sehr verbreiternden Antennenblättern des Maikäfers die Oeffnung der Hautcanäle damit gleichen Schritt halten und eben deswegen wieder bei *Melolontha fullo* abermals weiter sind als bei *Melolontha vulgaris?*

5. Am meisten eigenartig sind die „Gruben“ auf den Füh-

---

1) Die Irrthümer in der Lespès'schen Arbeit sind auch berichtigt worden von Claparède in einer Abhandlung, welche ebenfalls in den Ann. d. Sc. natur. steht. Ich kann mir das betreffende Heft (auf der Tübinger Bibliothek fehlen die Annales) im Augenblick nicht beschaffen, muss mich daher beschränken, darauf hinzuweisen.

lern der Schlupfwespen, wo sie fast den Charakter von geräumigen Höhlen innerhalb der Cuticula haben und oben an der Haut eine schmale, von starkem Wall umsäumte Rinne zeigen, auch nie ein Haar aus sich hervorgehen lassen. Hingegen können die sehr grossen Einbuchtungen auf den Antennen von *Musca vomitoria* ohne Zwang als sehr vergrösserte und zusammengeflossene gewöhnliche Gruben angesehen werden, die dem entsprechend nicht wie die einfachen ein einziges Haar einschliessen, sondern eine Menge derselben.

An den vom frischen Thier untersuchten Gruben nimmt, was ich schon an einem anderen Orte hervorhob, eine der Wand sehr fest anhaftende Luftkugel das Innere ein und verleiht dem Ganzen ein besonderes Aussehen, was ebenfalls zu Täuschungen Veranlassung geben kann. Bei auffallendem Licht heben sich solche lufterfüllte Gruben (an dem mit Wasser benetzten Präparat) unter der Form silberglänzender Flecken schön ab.

Ausser Lespès hat ein Engländer, Hicks,[1]) die Gruben der Antennen studirt, freilich in der Meinung, etwas ganz Neues gefunden zu haben; erst am Ende seiner Arbeit erfährt er von einem Anderen, dass Erichson bereits vor 10 Jahren über diese Organe eine Schrift herausgegeben habe. Der Verfasser muthmasst zwar auch in den „Poren" ein Analogon der Gehörwerkzeuge, aber was die Auffassung des thatsächlichen Verhaltens betrifft, so ist seine Schrift um vieles richtiger als diejenige des französischen Beobachters und stimmt in Manchem ganz mit dem überein, was ich wahrnahm; in Vielem indessen gehen unsere Wahrnehmungen auch weit auseinander. Den Hautcanal der Gruben nimmt er für einen rückwärts verbreiterten Sack, der sich den Poren anschliesse; er sei mit Flüssigkeit gefüllt und erhalte jedesmal vom Fühlernerven ein Aestchen. Ohne auf die übrigen Dinge, in denen wir von einander abweichen, Bezug nehmen zu wollen, muss ich mich doch gegen die allgemeine Richtigkeit der letzteren Angabe,

1) „On a new structure in the antennae of insects", Transact. Linn. soc. of London, XXII, 1857.

dass jede Grube von einem Nerven versorgt werde, erklären. Könnte sie bestätigt werden, so müsste den Gruben an sich eine grössere Wichtigkeit zugestanden werden, als ich dies im Sinn habe; denn meine Erfahrungen erlauben mir nur anzunehmen, dass gewisse Gruben, d. h. solche, aus denen die nachher zu besprechenden Kegel, Dornen oder Zäpfchen hervorragen, das Ende eines Nerven erhalten. Auch muss ich gestehen, dass mir die von Hicks angewendete Präparationsweise durch Aufbewahren der Antennen in Canadabalsam sehr verdächtig ist und mir wenigstens keine Resultate gegeben hat; im besten Falle unterscheidet man noch den immerhin schon sehr veränderten Nervenstamm, aber sehen wollen, dass dessen Endzweige die mehr oder minder zahlreichen Gruben aufsuchen, halte ich an Antennen, die zuvor gebleicht und dann in genannten Balsam gelegt werden, geradezu für unmöglich. Nicht einmal die doch chitinisirten Ausführungsgänge der einzelligen Hautdrüsen bleiben erkennbar! Diese Frage kann meines Erachtens nur an frischen oder mit schwacher Lösung von Kali bichr. behandelten Antennen gelöst werden und hängt wesentlich zusammen mit der Untersuchung der vorhin schon erwähnten Zapfen und Kegel, welche an den Antennen sitzen und von mir für specifische Bildungen angesprochen werden. Wer mit dem Verhalten der Matrix der Cuticula zu den starken Hautcanälen noch nicht näher vertraut ist, kann auch dadurch getäuscht werden, dass er die zarten Fortsätze dieser Matrix in die Canäle hinein für Nerven nimmt. Ich habe bereits in meinem Aufsatz „zum feineren Bau der Arthropoden" in Fig. 9 eine Abbildung dieses Verhaltens von der Haut des *Iulus terrestris* nach Essigsäurezusatz gegeben und finde, dass man die gleichen Bilder an den Antennen und Palpen bei Anwendung von Canadabalsam leicht erhält.

b. Die Zapfen und Kegel der Antennen.

Es sind nahezu zehn Jahre, dass ich an den Fühlern der Phyllopoden[1]) eigenthümliche helle Röhrchen beschrieben habe,

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1851, S. 292, Taf. VIII. Fig. 8.

nach welchen sich das Ende des Antennennerven wendet, nachdem er vorher sich mit Ganglienkugeln verbunden; später sah ich dieselben Organe bei den Daphniden[1]) und jüngsthin[2]) konnte ich sie nicht nur von letztgenannter Thiergruppe ausführlich schildern, sondern auch anzeigen, dass entsprechende Körper bei Isopoden und Myriapoden anzutreffen seien. Diese Wahrnehmungen dienten zur Grundlage der weiteren Beobachtungen, welche ich jetzt vorzulegen habe, wobei noch vorausgeschickt werden muss, dass auch 1857 von la Valette[3]) an den Antennen des *Gammarus* hierher gehörige neue Organe entdeckt hat, ohne zwar die Verwandtschaft mit den von mir bei den Phyllopoden beschriebenen Bildungen zu erkennen.

Obschon bezüglich der Isopoden und Myriapoden bereits in der citirten „Naturgeschichte der Daphniden" sich die genaueren Angaben finden, so will ich doch hier noch einmal darauf zurückkommen, da die dort fehlenden Abbildungen der gegenwärtigen Abhandlung beigefügt sind. Ausserdem bemerke ich gleich schon jetzt, dass die eigenartigen Bildungen sich noch bei anderen Arthropoden, Krebsen sowohl als auch Insecten finden, somit weit verbreitet sind und eine allgemeine Bedeutung haben.

Mit am leichtesten macht man die Bekanntschaft der abzuhandelnden Organe bei der Wasserassel (*Asellus aquaticus*). Den vier Endgliedern der kürzeren Fühlhörner (Fig. 4) sitzt ausser den gewöhnlichen Haarborsten an je einem Glied ein eigenthümlicher blasser Körper (c) auf, von ovalcylindrischer Gestalt und gestielt. Der Stiel hat ebenso dunkle Conturen wie die gewöhnlichen Borsten, während der Körper viel blasser und entschieden von zarterer Beschaffenheit ist als die Haare. Der eigentliche Körper hat in der Mitte einen leichten Absatz und eine markirte Endspitze oder Endknöpfchen, aus der ich mehrmals einige ganz kurze, äusserst blasse Fäd-

1) Lehrb. d. Histol. d. Menschen u. d. Thiere, S. 212.
2) Naturgesch. der Daphniden (*Crustacea cladocera*), Tüb. 1860.
3) De Gammaro puteano. Dissert. inaug. 1857.

chen hervorragen sah. Die Nerven, zu denen besagte Organe als peripherische Apparate gehören, sind etwas schwierig zu verfolgen, doch habe ich gesehen, dass der sehr blasse Nerv der Antennen zu jedem Organ einen Ast abschickt, dem man bis in den Stiel herein (bei sehr starker Vergrösserung und gedämpfter Beleuchtung) nachgehen kann, woran sich alsdann im eigentlichen Körper des Organs eine zart und kleinblasige Substanz anschliesst. Kurz vor seinem Eintritt in den Stiel wird der Nerv von einer gelappten, blasszelligen Masse umgeben, welche man für das Ganglion halten darf, obschon hierin die Bilder nie von solcher Klarheit sind, als dies bei den Daphniden der Fall ist. Junge, noch wenig pigmentirte Thiere sind selbstverständlich den stark gefärbten Individuen bei diesen Beobachtungen vorzuziehen; auch ist es gut, einen Tropfen Weingeist dem Wasser zuzusetzen, wodurch der vorher äusserst blasse Nerv etwas schärfere Linien annimmt. Bei ganz jungen, der Bruttasche des Weibchens entnommenen Thieren haben die beiden hinteren oder kürzeren Fühler je nur einen einzigen der beschriebenen Körper und zwar am Endglied, etwas unterhalb der Spitze auf einem seitlichen Vorsprung; junge, aber schon frei herum schwimmende Thiere besitzen auch an dem vorletzten Glied das besagte Organ und endlich bei den erwachsenen Individuen sind vier Antennenglieder damit ausgestattet.

Die Gattung *Gammarus* zeigt an den Antennen zweierlei Anhänge von specifischer Art, welche beide von la Vallette zuerst aufgefunden hat. Die einen sind denen des *Asellus* durchaus ähnlich, nur etwas länger und schmäler, übrigens viel zahlreicher als die der Wasserassel. Ihre Länge nimmt nach der Wurzel der Antenne hin ab. Die Anhänge der zweiten Art sind jederseits nur in der Dreizahl vorhanden und zwar steht am vierten, fünften und sechsten Wurzelglied der langen Antennen ein solcher Körper, an dem man ebenfalls den Stiel und den eigentlichen Körper unterscheidet. Ersterer ist wieder dunkelrandig, letzterer, namentlich gegen das Ende zu, sehr blass. Der Körper ist nicht blasig, sondern eine platte Scheibe, die vom Stiel weg sich gegen die Antennen krümmt und an

ihrer Oberfläche zarte, gebogene Sculpturstreifen hat. Im Inneren des frischen Körpers sieht man ein blass granuläres Gebilde, das von nervöser Natur sein könnte. Im Uebrigen verweise ich auf die Abhandlung von la Vallette's und meine Schrift.

An einer in Weingeist liegenden *Caprella linearis* Latr. vermag ich noch mit aller Schärfe die specifischen Cylinder, wie sie eben an *Asellus* und *Gammarus* nach lebenden Exemplaren geschildert wurden, zu erkennen; sie sind zwar körnig getrübt, aber sonst gut erhalten. Sie zeigen sich um ein Erkleckliches länger als bei obigen Krebsen und sind dabei schmäler, auch fehlt ihnen eine zarte, ungefähr auf halber Höhe ihres Längendurchmessers befindliche Einkerbung nicht. Nur die längeren Antennen besitzen solche Organe und zwar an dem kleingliedrigen Endtheil (Geissel), allwo an jedem Absatz zugleich mit den gewöhnlichen Borsten 1—2 dieser Cylinder sich bemerklich machen.

Auch die Onisciden scheinen der fraglichen Organe nicht ganz zu entbehren. Von den einzelnen Antennengliedern des *Oniscus murarius* habe ich mir zwar keine cylindrischen von den Borsten verschiedenen Körper angemerkt, aber das Endglied selber, welches nach der Spitze zu ein weiches, helles Aussehen annimmt, während es sonst gleich der übrigen Antennenfläche stark dunkel sich zeigt, verlängert sich in einen Zapfen von eigenthümlicher Beschaffenheit, dessen Haut scharf längsgestrichelt und damit zusammenhängend am Vorderrand gezähnelt ist. Die Strichelung kann sowohl von einer Faltenbildung als auch einer bleibenden Furchung der Oberfläche herrühren. Einen ähnlichen Zapfen am langen Endglied der Antenne sehe ich bei *Armadillo cinereus* Panz., aber ausserdem noch seitwärts zwischen gewöhnlichen Borsten stumpfere, kürzere Kegel, welche stark nach vorne geneigt sind.

Mit einer gewissen Spannung ging ich an die Untersuchung unseres Flusskrebses (*Astacus fluviatilis*), da zu vermuthen war, dass ähnliche Organe sich nicht nur auch hier finden, sondern wahrscheinlich eine noch stärkere Entwicklung als bei den bisher erwähnten Thieren darbieten würden. Ferner konnte

man schon aus vorgemeldeten Erfahrungen ableiten, dass nicht alle Fühler mit den specifischen Cylindern würden ausgestattet sein, sondern nur gewisse Stellen des einen Paares. Und diese Vermuthungen bestätigten sich vollkommen. Das äussere Fühlerpaar, welches einfach ist und von bedeutender Länge, zeigt keine Spur der gesuchten Organe, sondern besitzt nur die gewöhnlichen, zum Theil befiederten Borsten. Anders verhält sich das innere Fühlerpaar. Dasselbe ist bekanntlich um vieles kürzer als das äussere und zweispaltig; der eine Ast — es ist der äussere — übertrifft den anderen etwas an Länge und Dicke und dieser trägt in Menge die Organe, denen ich nachspähte, während der innere Ast derselben ermangelt und sich demnach wie das grosse Antennenpaar verhält. Bezeichneter Fühlfaden hat 19 Glieder und vom neunten Glied an, von unten her gerechnet, trägt jedes Segment (Fig. 3) zwei dicht beisammenstehende Büschel der specifischen Cylinder (c). Acht Cylinder sind vielleicht die höchste Zahl an einem Glied; gegen das Ende des Fühlfadens scheint sich ihre Zahl wieder zu verringern. Dass zugleich mit ihnen die gewöhnlichen Borsten vorhanden sind, braucht wohl kaum eigens erwähnt zu werden. Die Cylinder, von hellem, farblosem Aussehen, stechen von den braunen Gliedern der Antennen bedeutend ab und obschon sie um vieles länger und dicker sind als jene des *Asellus*, *Gammarus* und *Caprella*, so ist im Wesentlichen doch ihr Bau der gleiche. Die untere Partie erscheint dunkel gerandet, im Inneren bei ganz frischem Zustande wasserklar und später vacuolär oder körnig. Die obere Partie hat eine um vieles blassere und zartere Wand und das Ende des Cylinders verursacht dem Beobachter Zweifel, insofern man an dem einen Organ eine Oeffnung zu sehen glaubt, während an dem anderen aussen ein Knöpfchen sitzt, dem nach einwärts ein stempelartiges Gebilde entspricht. Jeder Cylinder knickt sich an der stärker chitinisirten Hälfte einmal ein, und da sich auch das letzte, zartberandete Drittheil etwas abstuft, so könnte man hier drei Abschnitte an einem Organ zählen.

Es wäre wohl der Mühe werth, eine grössere Anzahl höherer Krebse auf den Bau ihrer Antennen zu durchmustern;

ich habe nur noch eine Krabbe von Port Natal (*Telphusa perlata*) und einen unbestimmten *Pagurus* aus Bahia, beides Weingeistexemplare, geprüft und auch da schon Erwähnenswerthes gefunden. So sitzen wieder bei *Telphusa perlata* auf den äusseren Antennen, welche hier von sehr verkürzter Art sind, nur gewöhnliche Borsten; hingegen erscheinen die inneren gegabelten Fühler mit den eigenthümlichen Cylindern ausgestattet; und wie beim Flusskrebs ist es lediglich der äussere, breitere, in zahlreiche Ringel sich gliedernde Arm, welcher an fast allen Segmenten durch einen Büschel der besagten Organe ausgezeichnet ist. Der andere Arm weist nur gewöhnliche Borsten auf. Die specifischen Cylinder waren so gut erhalten, dass die untere dunkel gerandete Hälfte von der oberen zarten sich noch wohl abzeichnete, sowie auch sichtbar war, dass das ganze Gebilde nicht einfach cylindrisch, sondern in der Mitte etwas verbreitert sei und darauf sich wieder sachte zuspitze. — Bei dem *Pagurus* erreichten die Organe eine ganz ungewöhnliche Grösse, indem sie über 1''' Länge hatten. Ich habe davon zwei Abbildungen gegeben; die eine, Fig. 1, stellt die ganze innere Antenne sehr gering vergrössert vor, die andere, Fig. 2, zwei Glieder mit den Büscheln der Cylinder in starker Vergrösserung. An der ersten Figur sieht man, dass die Cylinder nur dem einen Arm der gegabelten Antenne angehören; die andere Figur giebt die eigentliche Form der Cylinder. Der Inhalt derselben war durch den Weingeist zum Theil eine bröckliche Masse geworden; das freie Ende ging in eine Art Stift aus.

Aus der Gruppe der Myriapoden hatte ich früher (Naturgesch. d. Daph.) einen jungen *Iulus* — er mochte zu *Iulus pulchellus* Koch gehören — untersucht, dessen Fühler am Endglied vier Cylinder besitzen, welche sich auf den ersten Blick von den umstehenden Haaren unterscheiden und den Bildungen, wie wir sie bisher im Auge hatten, entsprechen. Sie sind am Ende etwas zugespitzt und hier schärfer gezeichnet, also mit einer Art Endknopf versehen, aus welchem in dem abgeschnittenen und leichtem Druck ausgesetzten Fühler eine blasskörnige Substanz in geringer Menge hervorquillt. Ausser

diesen vier geknöpften Cylindern stehen noch zwischen den Borsten des letzten und vorletzten Gliedes Gebilde, welche zwar ohne Endknopf, im übrigen aber entschieden von ähnlicher Natur sind, wie die vier endständigen Zapfen. Die beigegebene Fig. 6 ist von *Iulus terrestris* genommen; die Haut der vier Organe (a) erscheint in mehreren Längsreihen fein quergeriefelt, und auch hier glaube ich bemerkt zu haben, dass die Cylinder an der Spitze geöffnet seien oder vielleicht richtiger, dass das eigentliche Ende sich nach innen einstülpe und damit das innere Knötchen erzeuge. — Ganz ähnlich sind die vier Zapfen bei *Polydesmus,*[1]) nur scheinen sie hier etwas sparriger zu stehen; das freie Ende verhält sich wie bei *Iulus* und macht den Eindruck, als ob eine Oeffnung da wäre.

Eine in Weingeist aufbewahrte *Glomeris ovalis* habe ich nur oberflächlich angesehen, aber doch mit Sicherheit bemerken können, dass auch hier am Endglied der Antennen eine Anzahl, es schienen abermals vier, dunkler Kegel sich finden, die von den gewöhnlichen Borsten sich auf das Bestimmteste unterscheiden.

Sehr deutlich sind die Kegel wieder bei den Skolopendren und namentlich bei *Scolopendra* (*Lithobius*) *forficata.* Nicht nur das Endglied zunächst seiner Spitze besitzt, umgeben von den gewöhnlichen hornbraunen Borsten, eine Gruppe heller, etwas zugeschärfter Cylinder, fünf an der Zahl, sowie etwas weiter nach hinten am gleichen Gliede noch drei stumpf endigende Cylinder, sondern nach der ganzen Länge der vielgliedrigen Antenne (Fig. 5) steht in der Nähe des Gelenkran-

---

1) Die Art war am meisten dem *P. macilentus* (Koch, Crustaceen Deutschlands) vergleichbar und fand sich unter der eingetrockneten Algendecke eines leeren Tümpels, was vielleicht auch der Grund war, dass einzelne parasitische Gebilde, wahrscheinlich pflanzlicher Natur, sowohl den Antennen, als auch anderen Körperstellen ansassen und bei der ersten Wahrnehmung, insofern sie an den Antennen haften, verleiten können, in ihnen Organe zu erblicken, welche in die Reihe der besagten Cylinder gehören. Es sind helle, ovale Schläuche, mit klarzelligem Inhalt, welche in gewisser Beziehung an die bei *Asellus* und anderen Wasserthieren sich findenden und amöbenartige Brut liefernden Schläuche erinnern.

des und zwar leicht unterscheidbar von den braunen Hornborsten ein farbloser, schwach gekrümmter, stumpf endigender Zapfen (a), dessen Verwandtschaft mit den bisher geschilderten Bildungen Niemand wird in Abrede stellen können. — Etwas schwieriger zu untersuchen ist *Scolopendra electrica*, sie ist auch von der vorigen Art verschieden organisirt. Die cylindrischen Körper, von heller und stumpfer Art, stehen zwar am Endglied der Antennen zwischen den Borsten sehr zahlreich, aber sie sind kurz (nur 0,0057''') lang) und werden an den rückwärts folgenden Gliedern noch kürzer, so dass sie zuletzt kleine, aus Gruben hervorragende Zapfen vorstellen, die förmlich aufgesucht sein wollen, wenn man sie kennen lernen will. Ganz Aehnliches zeigt die grosse *Scolopendra morsitans*, indem auch bei ihr die Cylinder zwar sehr zahlreich, aber nicht länger als bei *S. electrica* sind.

In der Klasse der Insecten sind keineswegs alle Arten für diese Studien gleich brauchbar und man wird bei gar manchen sich kaum zu sagen getrauen, welche Elemente des Haarbesatzes der Antennen die Analoga der specifischen Kegel, wie sie im obigen von den Krebsen angezeigt wurden, sein mögen. Dass aber auch hier dieselbe Organisation durchgreift, lehren hinwieder andere Gruppen sehr deutlich. So z. B. unter den Hymenopteren die Bienen und Wespen. Ich hatte *Vespa gallica* Fabr. vor mir, deren orangegelbe Antennen in der zweiten Hälfte eine kurze, dichte Behaarung besitzen; aus dieser nun heben sich in auffälliger Weise kegelförmige Körper ab (etwa 0,0057''' lang), welche ein gewisses helleres und weicheres Ende haben. Dann unterscheidet man zweitens noch viel schmälere Stäbchen, welche ebenfalls eine von den Haaren des Pelzes merklich verschiedene Natur kundgeben. Bei *Formica rufa* zerfällt der Haarbesatz, wenigstens an den letzteren Antennengliedern, abermals in dreierlei Elemente: in die dicht stehenden Härchen des Pelzes, zweitens in die um vieles dickeren, helleren und stumpf geendigten Kegel und drittens in stäbchenförmige Haare vom Habitus der Kegel, nur um vieles schmächtiger. Im Wesentlichen ganz dieselben Structurver-

hältnisse bieten *Apis mellifica*, *Megachile caementaria* und *Bombus* dar.

Sehr empfehlenswerth sind ferner aus der Ordnung der Lepidopteren einzelne Abend- und Nachtfalter. An den dunklen borstenförmigen Fühlern der *Catocala nupta* z. B. kommen folgende verschiedene Hautfortsätze zur Beobachtung: 1) Schüppchen, 2) lange, geradeaus stehend, estarke Borsten, 3) um vieles kürzere und schwächere, nach vorne gekrümmte Haare, und endlich 4) kegelförmige Gebilde, welche zweifelsohne in die Kategorie der obigen specifischen Körper gehören, und zwar erinnert die Weise, wie sie über die Antenne vertheilt sind, lebhaft an gewisse Krustenthiere. Das Endglied der Antenne nämlich trägt einen grossen Kegel von dunklem hornigem Aussehen, dann die nächstfolgenden Glieder ebenfalls je einen von 0,0057—0,00856''' langen, dessen besondere Form man auf der Fig. 12 erkennen mag. Die Kegel erstrecken sich weit nach hinten, denn ich kann sie bis über die Hälfte der Antenne hinaus verfolgen. — Besonders schön ist ein Präparat, welches ich von einer frischen *Acherontia atropos* in Canadabalsam aufbewahrt habe. Die Antenne zerfällt in Ringel, welche breiter als hoch sind; an der einen Seite deckt ein dichter Beleg von Schüppchen die Segmente, während die grössere von Schüppchen freie Fläche einen zierlichen Haarbesatz hat. (Jedes Haar kommt aus einer Grube, mit denen bei gewisser, die Haare grösstentheils verschwinden lassender Focaleinstellung, die Haut übersäet erscheint.) Man erkennt nun aber wieder an jedem Antennenglied sehr deutlich 1) die gewöhnlichen, in Masse vorhandenen Haare, welche spitz zulaufen und alle nach vorn gekrümmt sind; 2) in der Nähe des hinteren Gelenkrandes in bestimmter Lagerung einige cylindrische Stäbe, welche nicht gebogen sind, sondern geradeaus stehen, auch nicht spitz zulaufen, sondern stumpf aufhören; am meisten aber markirt sich 3) je am Vorderrand eines Segmentes ein eigenthümlicher Kegel, dessen Breite an der Basis 0,0057''' beträgt, die Länge 0,01142'''. Es ist im Inneren hohl und seine Cuticula ist hellbraun gefärbt.

Auch bei Käfern, deren Antennen dem ersten Blick nur

eine gleichförmige Behaarung zu erkennen geben, findet man bei näherem Zusehen eine ähnliche Differenzirung des Haarüberzuges. Ich führe in dieser Beziehung z. B. den *Scarabaeus sylvaticus* an, bei welchem die dichte Behaarung der Antennenblätter der Hauptmasse nach aus zugespitzten, bräunlichen, gekrümmten Borsten besteht, zwischen denen aber wieder um vieles kleinere, helle und stumpf geendigte Zäpfchen oder Cylinder sichtbar sind. Aehnlich verhält sich *Aphodius fimetarius*; das Gleiche gewahre ich an Käfern mit anderen Antennenformen, so z. B. bei *Hydrophilus scarabaeoides* und den grösseren Arten *H. caraboides* und *H. piceus*; überall sieht man zwischen den zugespitzten längeren Borsten kurze Kegel stehen, welche bei gedrungenerem Aussehen stumpf endigen. *Dyticus marginalis* und *Acilius sulcatus* zeigen namentlich am Endglied, an der helleren und etwas weicheren Spitze mehrere Kegel, die man unmöglich den gewöhnlichen Haaren einreihen kann; jeder Kegel geht in ein blasses, weiches Knöpfchen aus, während sie nach ihrer übrigen Länge ziemlich derbhäutig sind. Dieselben Theile machen sich auch an den Larven der genannten Wasserkäfer deutlich; so besetzen sie bei der Larve von *Dyticus marginalis* in geringer Zahl das lange, vorletzte Glied und insbesondere wieder die Spitze des Endgliedes, wo um ihre Basis herum die Cuticula auch noch eine markirte Sculptur zeigt. Ueberhaupt möchten im Wasser lebende Larven günstige Objecte werden, durch deren Untersuchung sich noch manches für unseren Zweck gewinnen lässt. Eine der allergemeinsten ist z. B. die Larve von *Culex pipiens*, an deren dunkeln, mit fein querwelliger Sculptur versehenen, schwarzbraunen Antennen von den ebenso gefärbten Fiederborsten ein kegelförmiges Gebilde absticht, welches an der Spitze der Antenne stehend zwar in seiner unteren Hälfte an der allgemeinen dunklen Färbung Theil nimmt, aber in seinem zweiten (0,014''' längeren) Abschnitt hell und farblos ist und eine gewisse zartere Beschaffenheit an den Tag legt. Auch an einer kleinen Libellenlarve[1]) machte sich am letzten Glied der sechsgliedri-

---

1) Ich kann sie nicht näher bezeichnen. Sie war 4''' lang, hatte

gen Antennen ein specifischer Kolben sehr bemerklich; er sass seitwärts dem Glied an, und an die entsprechenden Organe bei Krebsen erinnernd, war er gänzlich von den einzeln stehenden Borsten verschieden.

Ausgebildete Neuropteren, Orthopteren und Hemipteren lassen die hier besprochene Differenzirung des Haarbesatzes weniger scharf hervortreten. Bei *Locusta viridissima* z. B. besetzen ausser kurzen Dornen noch lange zugespitzte, nach vorn gerichtete Haare die Fühler und zwischen ihnen stehen andere, mehr stabähnliche, ebenfalls hornbraune Auswüchse, welche stumpf endigen und nach aussen gekehrt sind. *Forficula auricularia* zeigt ebenfalls mancherlei Borsten, grössere, kleinere, zum Theil nach vorn gerichtete, zum Theil fast wagerecht abstehend; manche haben das Aussehen kurzer, heller, stumpfer Stäbchen. Diese Angaben sind von frischen Thieren genommen, es wäre aber möglich, dass in Canadabalsam aufbewahrte Antennen eine bessere Einsicht gewähren; an einem solchen Präparat wenigstens, welches ich mir von *Hemerobius perla* angefertigt habe, sieht man, dass die Haare bestimmt in zwei Gruppen sich scheiden. Die einen und zwar die gewöhnlichen, in Menge vorhandenen, an jedem Antennenglied mehrere Reihe bildenden, sind dunkel gefärbte, nach vorn gerichtete Haare; die anderen, von blassem, farblosem Aussehen, fast wagerecht nach aussen stehend, sitzen blos zu vieren in der Nähe des vorderen Gelenkrandes, wozu noch ein oder zwei eben solche, nur viel kürzere Borsten kommen und am Endglied der Antenne haben sie sich zu drei oder vier Paaren vermehrt.

Die bisherigen Mittheilungen geben, wie ich glaube, hinlänglichen Beleg zu dem Satz, dass an den Antennen der Arthropoden sehr allgemein eigenartige, von dem gewöhnlichen Haarbesatz verschiedene Kegel, Cylinder und Stäbe vorkommen. Bei den Krebsen fällt diese ihre specifische Natur am

---

die drei Schwanzkiemen und die Maske an der Unterseite des Kopfes. Sehr häufig im Juli.

leichtesten in die Augen, weniger bei den Insecten, und wer, um die Antennen zu erforschen, mit ausgebildeten, in der Luft lebenden Insecten beginnt, wird schwerlich gleich gewahr werden, dass gedachte Cylinder oder Kegel nicht mit den gewöhnlichen Haaren zusammengeworfen werden können. Es sind auch in der That fast alle Beobachter daran vorbeigegangen, indem sie ihre Aufmerksamkeit blos auf die Gruben, als wären diese die Hauptsache, richteten, und nur Lespès, obschon er ebenfalls die Gruben speciell in's Auge fasst, hat doch nebenbei den Eindruck empfangen, dass an den Antennen der Insecten ausser den feineren und stärkeren Haaren noch eigenthümliche Kegel zugegen seien. („Ce sont des sortes de cônes courts très-transparents, et qui semblent mous, des espèces de papilles probablement tactiles.“) Bei den Krebsen ferner sind auch diejenigen Anhangsgebilde der Antennen, die mir die Tastempfindung zu vermitteln scheinen, von den anderen, welchen ich eine davon verschiedene specifische Sinnesempfindung zuweise, leicht zu unterscheiden; schwieriger ist dies zum Theil wieder bei den Insecten, doch zeigt sich auch hier oft genug die Trennung des Haarbesatzes in die gewöhnlichen Haare, in die Tastborsten oder Stäbchen andererseits, sowie drittens in die uns hier beschäftigenden Kegel.[1]) Ihr Zusammenhang mit Nervenenden wurde theils unmittelbar beobachtet, theils der Analogie nach angenommen, und dass bei letzterem Verfahren nicht zu viel geschlossen wurde, zeigen neben Anderem, worüber unten nähere Auskunft folgen wird, die häufig viel günstigeren Palpen, bei welchen auch an Insecten der Zusammenhang dieser Organe mit Nerven in unzweifelhafter Weise gesehen wird.

Hinsichtlich des feineren Baues der Kegel, Zapfen etc. verweise ich auf die obigen Einzelbeschreibungen; für selbstverständlich halte ich es, dass die Weichheit oder Härte ihrer Conturen mit dem Aufenthalt im Wasser oder in der Luft,

1) Um Missverständnisse zu vermeiden, bemerke ich, dass ich in m. Naturgesch. d. Daphniden auch diese Organe durchaus „Tastborsten“ genannt habe, jedoch (S. 42) mit der ausdrücklichen Erklärung, „damit ihre physiologische Bedeutung nicht bestimmen zu wollen.“

sowie damit, ob die Haut des Thieres mehr oder minder verkalkt ist, in einer gewissen Wechselbeziehung steht und mache hier nur noch einmal darauf aufmerksam, dass wenn das Thier zwei Paar Antennen besitzt (Krebse), mit fraglichen Organen alsdann nur das eine Paar ausgerüstet erscheint.

Versuchen wir jetzt der Qualität der Sinnesempfindung, als deren theilweise Unterlage obige Kegel gelten mögen, näher zu kommen! Bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen und Darstellungen über die Sinnesorgane der Gliederthiere darf von vornherein wohl angenommen werden, dass in jedem Beobachter, der auf die Beantwortung dieser Frage sich einlässt, der Ideengang dahin führt, an zweierlei Apparate, an ein Gehörsorgan oder ein Geruchsorgan zu denken. Die besprochenen Organe auf die Schallempfindung zu beziehen, hätte darin einen gewissen Grund, dass dieselben und namentlich bei Daphniden und Phyllopoden eine entfernte Verwandtschaft mit den eigenthümlichen Stäben haben, welche aus dem Ganglion des „Ohrs" bei Heuschrecken und Grillen bekannt sind, wie ich denn diesen Vergleich schon an mehreren Orten vorgebracht habe. Dann träte der Fall ein, dass obschon ich mit den obigen Autoren dieses Gegenstandes morphologischerseits zum Theil in hartem Widerspruche stehe, dennoch, wenn es sich um die Function der Antennen handelt, ihnen zuzustimmen, also in den Antennen die Gehörorgane zu erblicken hätte. Allein schon der Gedanke, dass zwar vor der Hand nur bei Heuschrecken und Grillen ein Organ nachgewiesen ist, das für ein Ohr zu gelten Anspruch machen kann, ohne in den Antennen zu liegen, dass aber gar wohl bei anderen Insecten entsprechende Apparate noch aufgefunden werden können, müsste zur Vorsicht auffordern. Dazu kommt nun aber, dass, wie ich in der zweiten Abtheilung dieses Aufsatzes mitzutheilen habe, auch bei anderen Insectenordnungen ein dem Acusticus der Heuschrecken und Grillen histologisch ganz gleicher Nerv sich findet, wir demnach thatsächlich gezwungen sind, den Vergleich der specifischen Kegel an den Antennen mit den Stäbchen im Acusticus der Orthopteren fallen zu lassen. Dies ist wichtig genug, denn der Kreis unserer Forschung ist sofort enger ge-

zogen und wir können ernsthafter die Frage aufwerfen, ob nicht die besagten Organe der Sitz des Geruchsinnes seien. Vom morphologischen Gebiete her wüsste ich keinen Grund, der gerade gegen eine solche Annahme sprechen würde, vielmehr dürfte man zu Gunsten derselben anführen, dass am Geruchsorgan der Wirbelthiere die Enden der Geruchsnerven ebenfalls in stäbchenförmige Gebilde ausgehen. Doch möchten allerdings physiologische Erfahrungen, sobald wir deren zu Hülfe rufen können, uns eine verstärkte Befugniss geben, den Geruchsinn in die Antennen zu verlegen. Und da wäre vielleicht anzuführen, dass wenn wir auf lebende Insecten achtsam sind, die Bewegungen ihrer Antennen nicht nur den Eindruck von Tastbewegungen machen, sondern auch wie wenn die Thiere mit ihren Antennen die sie umgebende Luft sowohl, wie feste Körper beriechen wollten. Dies fällt z. B. an Ameisen, Wespen u. dergl. sehr in die Augen, oder auch bei Lamellicorniern, welche sich zum Auffliegen vorbereiten und ihre entfalteten Antennenblätter prüfend in die Luft strecken. Auch giebt es noch einen directen, hierauf gerichteten Versuch.[1]) Es hatten nämlich manche Autoren früher nach der Analogie mit den luftathmenden Wirbelthieren die Geruchswerkzeuge der Insecten am Anfang des Respirationsapparates gesucht und demgemäss an die Mündungen des Tracheensystemes verlegt. Bringt man indessen nach Bergmann und Leuckart ein Aethertröpfchen auf der Spitze einer Nadel den Luftlöchern noch so nahe, niemals bemerkt man ein Zeichen, dass eine Geruchsempfindung stattgefunden habe. Anders aber ist es, sobald man dasselbe dem Kopf nähert. Augenblicklich bewegen sich die Antennen und strecken sich, wie zu näherer Prüfung der riechenden Substanz entgegen.

Somit machen nach meinem Dafürhalten die aufgeführten, dem Bau und dem Leben der Antennen entnommenen Thatsachen die Annahme in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Antennen nicht blos der Sitz einer gewöhnlichen Tastempfin-

---

1) Bergmann und Leuckart, Vergleichende Physiologie. S. 453.

dung seien, sondern auch einer specifischen Empfindung und zwar der des Geruchs.

3. Die Palpen scheinen mit den Antennen die gleichen oder mindestens höchst ähnliche physiologische Leistungen zu haben.

Bei verschiedenen Insecten habe ich ausser den Antennen auch ihre Palpen näher betrachtet und bemerkt, dass beiderlei Organe im Wesentlichen der Structur nahezu übereinstimmen. Die Palpen des gemeinen Maikäfers z. B. zeigen eine helle, weichere, scharf von dem übrigen Theil abgesetzte Kuppe,[1]) auf der schwach gelbliche, stark entwickelte Kegel stehen, welche ohne Zweifel in eine Reihe mit den Antennenkegeln (Geruchszapfen) zusammenzurücken sind. Die Cuticula der Palpen ist von vereinzelten grösseren Canälen durchbohrt, die an ihrem oberen, einen kurzen Dorn einschliessenden Ende kaum merklich erweitert sind. Ganz ähnlich verhält sich bezüglich der Kegel und der Hautcanäle *Rhizotrogus solstitialis.* Auch bei *Lucanus cervus* sind am Ende der Palpen die Kegel vorhanden und stechen hier, sowie ihre hellere, weichere Umgebung von den sonst tiefschwarzen, harten Palpen lebhaft ab. Bei *Hydrophilus caraboides* sind nicht nur gut ausgebildete Kegel an der Spitze wahrzunehmen, sondern hier sieht man auch am Basalglied stattliche „Gruben", welche zum Theil truppweise beisammenstehen.

Ganz besonders lohnend und wichtig für die Erkenntniss, dass die Kegel unmittelbar das Nervenende aufnehmen, war mir *Staphylinus erythropterus* (Fig. 16). Der vorquellende Gipfel der braunen Palpen ist wieder hell und farblos; ebenso sind die hier sitzenden Kegel beschaffen und nur der Hautcanal derselben erscheint dunkelbraun. Nach leichtem Druck sinkt übrigens der gewölbte Gipfel leicht ein und dann nimmt das Ende der Palpe ein vertieftes Aussehen an. Nicht nur an Palpen, welche weiteren Eingriffen unterworfen wurden, sondern

1) Nur an ganz frischen Palpen ist die helle, gewölbte Kuppe zugegen; sie sinkt nach Druck und dergl. leicht ein und dann erscheint das Ende der Palpe quer abgestutzt.

bereits an ganz frischen sieht man nun in klaren Umrissen, dass von dem im braunen, verdickten Abschnitt des Endgliedes liegenden Ganglion an je einen Kegel ein Nerv (a) herantritt und da die Zahl der Kegel keine sehr grosse ist, so kann fast jeder der einzelnen Nerven von seinem Austritt aus dem Ganglion bis zur Wurzel des Hautcanales, über den der Kegel sitzt, überblickt werden.

Die Palpen von *Acilius sulcatus* (Fig. 15) und *Dyticus marginalis*, welche ich sowohl am lebenden Thier als auch nach Präparaten in Canadabalsam studirt habe, zeigen an ihrem Ende mehrere leicht geschweifte helle Felder, wo die Sculptur bei *Acilius* in eigenthümliche scharf conturirte Höckerchen ausgeht, die bei *Dyticus* zu deutlichen kegelförmigen Körpern sich vergrössern. Weiter nach hinten zieht im Bogen eine Reihe langer Borsten über die Palpe herüber, wovon jede unter sich einen ziemlich geräumigen Hautcanal hat. An der frischen unverletzten Palpe sieht man im hintersten noch lichteren Theil den Nerven gut, weiter nach vorne verwehrt aber die dunkle Cuticula denselben zu verfolgen; an der zerschnittenen Palpe indessen lässt sich doch so viel feststellen, dass nicht nur gegen die zuletzt erwähnten Borsten, sondern auch gegen die hellen Felder Endzüge von nervöser Substanz sich wenden. — Die Larve von *Dyticus marginalis* verhält sich so. Am Endglied der vorderen langen Palpen stehen innerhalb eines hellen Hofes mehrere kurze Kegel, dann ungefähr aus der Mitte des Gliedes geht eine lange, gewöhnliche Borste ab; am dritten Glied (von der Spitze her gezählt) sitzen abermals einige starke Borsten, aber am sechsten oder Basalglied erblickt man am Gliede selbst und zwar fast an der Wurzel, eine grosse Grube mit schrundiger Umgebung. Besagtes Basalglied trägt auch noch einen seitlichen unpaaren, dunklen Vorsprung, der an seiner Spitze kleine Kegel und an seiner Wurzel eine Grube hat. Wendet man dem die Palpe durchziehenden Nerven seine Achtsamkeit zu, so überzeugt man sich davon, dass zwar an die Haare und Kegel die Nerven herangehen, aber keineswegs an die Grube. Und da es immer ein Hauptpunkt bleiben wird, sich davon zu überzeugen, dass die Kegel peripherische An-

hangsgebilde der Nerven sind, so sei auch noch auf die Honigbiene aufmerksam gemacht, bei der das Endglied der Palpen durchsichtig genug ist, um sehen zu lassen, wie der Nerv nach den an der Spitze stehenden kegelförmigen Körpern verläuft und zuvor eine ganglionäre Anschwellung entwickelt.

Um nun endlich noch ein Beispiel davon vorzuführen, wie gross die Verwandtschaft zwischen Palpen und Antennen sein könne, weise ich auf die Antennen der Maikäferlarve (Engerling) hin (Fig. 14). Hier fallen an dem braunen, walzig verdickten letzten Glied vier helle Felder auf, die scharf abgesetzt sind (d), eine im Allgemeinen rundliche Gestalt haben, kaum nennenswerth vertieft, und eine etwas sich vorwölbende Basis zeigen. Betrachtet man die Felder genauer, so bemerkt man auf der hellen, durch eine scharfe Grenzlinie von der braunen Cuticula geschiedenen Haut kleine glänzende Höckerchen, die nicht gerade dicht stehen und der übrigen Haut der Antennen fehlen. Unterhalb dieser wie fensterartig eingefügten hellen Haut erspäht das Auge eine blasszellige Zeichnung, ungefähr so, als sähe man auf die Endflächen einer Gruppe von zarten Cylinderzellen und bald macht man die Wahrnehmung, dass je ein Knötchen zu einem zelligen Körper darunter gehört, also beide in gleicher Zahl vorhanden sind. Die helle Haut, deren Auswüchse die Höckerchen sind, ist sehr dünn und reisst daher bei leichtem Druck auf die Antennen rasch ein, worauf dann eine ganglionäre Zellenmasse vorquillt. Die Spitze der Antenne ist ebenfalls hell, aber ohne die scharfe Demarcationslinie, und mit einer Gruppe kegelförmiger Gebilde besetzt, zu denen eine blassstreifige, durch die Haut durchscheinende Zeichnung gehört. Die an den Antennenblättern des ausgebildeten Käfers so zahlreichen Gruben werden hier nur durch einige wenige zerstreut stehende ähnliche Organe repräsentirt. Der Rand der Grube erscheint niedriger als beim Käfer, weshalb denn auch die innere Erhebung um so stärker hervortritt. Wählt man jüngere Larven, an denen wegen grösserer Weichheit und Durchsichtigkeit der Haut der Blick in's Innere der Antenne weiter dringt, so lässt sich beobachten, dass in das Endglied zwei Nervenstämmchen eintreten und

darauf ein Ganglion bilden, das auf die vorgemeldeten Höckerchen und Kegel directen Bezug nimmt, mit anderen Worten, das mit seinen letzten cylindrischen Ganglienzellen unterhalb der hellen Felder der Haut zu liegen kommt und andererseits die Kegel versorgt. — Die Kieferpalpen obiger Larve haben, abgesehen von dem Mangel der vier specifischen Felder der Antennen, mit diesen fast den gleichen Bau: am hellen Ende eine Gruppe von Kegeln, zu denen im Inneren streifige Züge (nervöser Natur) gehen; sonst über die Haut vertheilt einige Gruben, ganz von der Art, wie an den Antennen.

Das Resultat, welches ich aus den aufgezählten Beobachtungen ziehe, ist demnach dieses. Die Hautcanäle der Palpen können sich an den Enden ebenso erweitern, wie an den Antennen; zweitens besitzen die Palpen dieselben mit Nerven zusammenhängenden Haare, welche ich für die Träger der Tastempfindung erklärt habe, und endlich drittens sind auch jene Kegel zugegen, die ich mit der Geruchsempfindung in Verbindung bringe und von denen hier zum Theil sehr klar vorliegt, dass sie das Ende vom Nerven aufnehmen. Somit ist auch der Schluss einigermassen begründet, dass die Function der Palpen eine von jener der Antennen kaum verschiedene sein wird. Diese Verwandtschaft zwischen Antennen und Palpen, meine ich, macht sich auch ohne Anwendung des Mikroskops dem Beobachter bemerklich, und es giebt schon ältere Beobachter, wie Lyonnet, Knoch u. A., welche den Geruchsinn in die Palpen verlegten.

Anhang: Ablagerung einer harnsauren Substanz in die Antennen der Schmetterlinge.

Ueber die Antennen der Tagfalter habe ich noch eine bisher wenig beachtete Thatsache vorzubringen, die, obschon sie mit der uns hier beschäftigenden Frage wahrscheinlich nichts zu thun hat, doch eine fernere Berücksichtigung verdient. In der Keule nämlich, zu der sich die Fühler allmählig oder plötzlich verdicken, befindet sich eine concrementartige Substanz in Pulverform; sie ist von Farbe weiss oder gelbweiss wie Kalkmilch und in ansehnlicher Menge zugegen. In Kali-

lauge löst sie sich, ebenso in Essigsäure, unter schwacher Gasentwickelung, worauf in der Lösung schöne blättrige Krystallrosetten anschiessen. Mein College Schlossberger, den ich um eine genauere Untersuchung bat, überzeugte sich, dass die Krystalle aus Harnsäure bestehen. Man kann, um diese Substanz zu erhalten, längst getrocknete Schmetterlinge anwenden, ja gerade an solchen die Art und Weise, wie sie zum Fühler sich verhält, gut erkennen. Zu diesem Behuf lasse man die Antennen etwas in Wasser erweichen und schneide darauf den Kolben mit einer feinen Scheere nach der Länge entzwei; man sieht jetzt (bei auffallendem Licht und geringer Vergrösserung), wie besagte Substanz in Form einer weissglänzenden Masse die ganze Innenfläche der Antenne auskleidet (Fig. 13), und sich noch weit in die Antenne selbst hinab erstreckt. Nach Auflösung der Substanz in Kalilauge bleibt eine blassgranuläre Punktmasse zurück, in der helle Kerne noch zu unterscheiden sind, und man darf wohl in Anbetracht dessen, was über die Lage der anorganischen Materie zur Haut vorgebracht wurde, annehmen, dass die rückständige, blassgranuläre Punktmasse die Matrix der Cuticula vorstellt. Da ferner diese in continuirlichem Zusammenhang mit dem „Fettkörper“ steht, so wäre obiges Vorkommniss ein weiteres Beispiel zu den von mir beschriebenen Fällen, wo bei Insecten und Myriapoden (*Locusta viridissima*, *Decticus verrucivorus*, *Menopon pallidum*, *Lampyris splendidula*, *Iulus terrestris*) Concremente solcher Substanz im Fettkörper abgelagert erscheinen. Die Schmetterlinge, welche ich untersuchte, waren: *Argynnis aglaia*, *Pieris brassicae*, *Vanessa urticae*, *Papilio machaon*, *Apatura iris*, *Lycaena adonis.*[1])

Da die Fühler des schönen schmetterlingsähnlichen Netz-

---

1) Der einzige Schriftsteller, bei dem ich etwas über obigen Gegenstand finde, ist Treviranus (Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, Bd. II. S. 104). Derselbe kennt aus den „Fühlhörnern der Tagschmetterlinge eine weisse, halbflüssige Materie, welche aus kleinen runden, der Farbe nach dem Kalke ähnlichen Theilen besteht“; sie gleiche im Aeusseren der Materie, die in den Hörsäcken der Frösche befindlich ist.

flüglers *Ascalaphus italicus* bekanntlich ebenfalls in einen Knopf ausgehen, so sah ich nach, ob sich vielleicht auch hier die beschriebene Substanz finde, erhielt jedoch ein negatives Resultat.

II.

1. Nachweis eines Organes bei Koleopteren und Dipteren, welches dem „Ohr" der Orthopteren entspricht.

Vor sechs Jahren habe ich mich mit jenem Organ der Acrididen näher befasst, welches man seit dem Vorgang von Joh. Müller als Gehörwerkzeug betrachtet, wobei ich denn natürlich auch der entsprechenden, durch v. Siebold entdeckten Bildung bei den Locustiden und Achetiden meine Aufmerksamkeit zuwandte. Vergl. hierüber meine Abhandlung: „Zum feineren Bau der Arthropoden", in Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1855. S. 399. Am Schlusse der dort über das Ohr der Orthopteren gegebenen Mittheilungen musste ich bekennen, dass ich leider, trotz manchen Versuches, auch an anderen Insecten und Spinnen ein Gehörorgan aufzufinden, solches nicht erreicht habe; obschon es doch von vorn herein sehr unwahrscheinlich erscheinen durfte, dass nur eine kleine Gruppe der Insecten ausschliesslich mit einem derartigen Organ ausgestattet sein sollte. Ich habe jetzt in dieser Angelegenheit einen Schritt vorwärts gethan und befinde mich in der angenehmen Lage anzeigen zu können, dass sich das so lange vermisste Organ auch noch bei anderen Ordnungen von Insecten gefunden hat.

In Folge meiner Studien über die Antennen der Arthropoden war ich auch mit den unten citirten Arbeiten von Hicks[1]) bekannt geworden, welche mir ein freundlicher Göttinger Col-

---

1) „On a new organ in insects" by John Braxton Hicks, Journ. of the Proceedings of the Linnean society, Zoology I., 1857 und „Further remarks on the organs found on the bases of the halteres and wings of insects" by J. B. Hicks, Transactions of the Linnean society of London, Vol. XXII., 1857. Vergl. auch Gerstäcker's Bericht über die wissensch. Leistungen im Gebiete der Entomologie während des Jahres 1857.

lege aus der dortigen Bibliothek verschafft hatte; und sie wurden die Veranlassung, dass ich meine nach dieser Richtung abzielenden früheren Bestrebungen wieder aufnahm. Der genannte englische Beobachter erzählt nämlich, dass er von Mr. Purkiss angeregt, die Halteren der Zweiflügler und die Basis der Flügel verschiedener Insecten untersucht habe, und da sei er auf eigenthümliche Bläschen gestossen, zu denen ein Nerv gehe; er vermuthet, dass dieses Organ dem Geruchsinn als Substrat diene. Ich muss nun von meiner Seite zum voraus erklären, dass ich mit Hicks eigentlich nur darin zusammentreffe, dass in der Basis der Halteren, sowie in der Wurzel der Flügel eine Bildung specifischer Art vorhanden sei; was aber den Bau und die Structur des Organes betrifft, so weiche ich bedeutend ab. Auch kann ich nicht unterlassen, schon jetzt bemerklich zu machen, dass man mit der von Hicks befolgten Untersuchungsmethode jene Theile, welche die Hauptsache bilden und zu weiteren Vergleichungen die Stütze liefern, schlechterdings nicht sehen kann.

Ein Uebelstand war es für mich, dass die Zeit, in der ich das zu schildernde Organ gewahr wurde, in den Spätherbst fiel und ich daher in der sehr vorgerückten Jahreszeit nur weniger Insecten mehr habhaft werden konnte. Mein ganzes lebendes Material beschränkte sich fast nur auf einige Fliegen und eine Anzahl von Wasserkäfern, wozu als glücklicher Fund mitten im Winter (26. Januar) drei frische Maikäfer kamen. Einstweilen vermag ich daher nur an zwei Ordnungen, den Koleopteren und Dipteren, den genauen Nachweis für das Dasein des „Gehörorganes" zu führen; für die Hymenopteren, Neuropteren und Hemipteren kann ich vor der Hand die Existenz des Organes nach trockenen Exemplaren blos wahrscheinlich machen.

Was ich sah, ist Folgendes:

An der Wurzel der Hinterflügel bei *Dyticus marginalis* und zwar auf dem braun chitinisirten Streifen, welcher als „Subcostalvene" (von Anderen als „Subcostalnerv") bezeichnet wird, erblickt man einen Trupp stärkerer Hautcanäle (Fig. 18 a.),

deren innere Mündung umfänglicher als die äussere ist[1]) und wo zugleich innerhalb der äusseren Oeffnung eine winzige Erhebung zu liegen scheint. In die Subcostalvene herein tritt in Begleitung einer Trachee ein starker Nerv, der in der Gegend, wo die äussere Haut von den Canälen durchbohrt ist, in ein längliches Ganglion anschwillt (b). Von dem Ganglion lösen sich zahlreiche, gegen 20, nervöse Züge ab, mit der Richtung nach derjenigen Gegend, wo die Hautcanäle sichtbar sind, und was von grösster Bedeutung wird, die Ausstrahlungen des Ganglions besitzen in ihrem Inneren dieselben eigenartigen Stäbchen oder Stifte, welche aus der Endverbreitung des Hörnerven bei den obigen Orthopteren bekannt sind. Dies wäre im allgemeinsten Umriss der Bau des Organes; sehen wir uns noch etwas näher die Einzelnheiten an! Das längliche Ganglion zeigt ziemlich grosse Ganglienkugeln und es scheint, als ob alle den Charakter von bipolaren terminalen Elementen haben. Deutlicher kommt dies zur Ansicht in den mit den Stäben ausgestatteten Abzweigungen des Ganglions. Jede derselben besteht aus einer zarten Hülle oder Neurilemm, mit zerstreut liegenden rundlichen Kernen; dann aus zwei eingeschlossenen Nervenfasern, wovon jede eine bipolare Ganglienkugel zwischen sich aufnimmt, alsdann in einen zartpulverigen Streifen ausgeht und in diesem das specifische Stäbchen beherbergt. Die Stäbchen selber sind scharf gerandet, hell, brechen das Licht ziemlich stark, haben ein konisches, abgesetztes Vorderende, während sie nach hinten zugespitzt sich verlieren. Auch sei bemerkt, dass man an dem gangliösen Apparat dreierlei Kerne wohl unterscheidet, nämlich die grossen runden der Ganglienzellen, dann die kleinen rundlichen des Neurilemms und drittens längliche, welche der fibrillären Nervensubstanz angehören. Das Ganglion selbst erscheint von zahlreichen Tracheen durchzogen; und zur späteren Würdigung

1) In der Flächenansicht sieht man daher erstens einen grösseren äusseren Ring, welcher die innere Mündung bezeichnet, dann zweitens einen um vieles kleineren, welcher der äusseren Mündung entspricht und drittens innerhalb des vorhergehenden einen kleinen Punkt, welcher auf die den Canal oben abschliessendo Warzo zu beziehen ist.

der Hautcanäle sei hier gleich hervorgehoben, dass die Canäle um vieles zahlreicher sind, als die vom Ganglion sich abzweigenden, mit den Stäben versehenen Züge.

Es ist keineswegs so ganz leicht, den Sachbestand, wie er eben geschildert wurde, sich vorzuführen, sondern erfordert einige Uebung. Hat man ja selbst von gewisser Seite die Existenz der Stäbchen am Gehörnerven der Heuschrecken geleugnet, wo doch die Zergliederung mit weit weniger Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Das Verfahren, welches ich zuletzt für das noch am ehesten zuverlässige erprobt habe, ist dieses. Man mache sich vor Allem an dem abgeschnittenen Flügel mit der Stelle der Subcostalvene vertraut, wo die Hautcanäle liegen; dann schneide man von der isolirten „Vene" die bezeichnete Partie weg und betrachte sie bei geringerer und stärkerer Vergrösserung. Es kann jetzt die gegenseitige Lagerung der Theile zu einander beobachtet werden: zunächst unter der von den Canälen durchbrochenen Haut liegt die ganglionäre Entfaltung der in die Subcostalvene hereingetretenen Nerven, dahinter der Tracheenstamm. Um nun aber den ganglionären Abschnitt des Nerven für sich zu gewinnen, suche ich an der Durchschnittsstelle der Subcostalvene den Nerven zu fassen (man wähle zu diesem Handgriff eine dunkle Unterlage!) und ziehe ihn vorsichtig aus der „Vene" heraus, worauf man dann ein Bild erhält, wie es in Fig. 18 abgezeichnet ist. Mitunter sah ich an solchen Präparaten, dass das Ganglion von dem unter ihm liegenden Tracheenstamm einen bleibenden Eindruck, eine Art Furche, erhalten hatte.

An *Acilius sulcatus* erkennt man im Wesentlichen dasselbe, was ich als Ergebniss meiner Untersuchungen des *Dyticus marginalis* [1]) im Vorstehenden mitgetheilt habe. Die „Subcostalvene" zeigt an der Wurzel den Trupp der Hautcanäle und auch hier ist die untere oder innere Oeffnung des einzelnen Canales weiter als die äussere. Der Nerv schwillt zum Ganglion an und entsendet gegen die Haut die Aeste, welche in

---

1) Auch an *Hydrophilus piceus* habe ich nachträglich die Stäbchen in den Nervenenden wahrgenommen.

ihrem Ende die eigenthümlichen Stäbe enthalten. Es hat von vorn herein eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass solche die Stäbchen einschliessenden Nervenenden in nächster Nähe der Hautcanäle liegen mögen, doch konnte ich dies weder bei *Dyticus* noch bei *Acilius* feststellen. An *Melolontha vulgaris* hingegen glaube ich an der vom lebenden Thier genommenen Subcostalvene mit Sicherheit zu sehen, dass das, das Stäbchen einschliessende, Nervenende gerade unterhalb der Hautcanäle zu liegen komme; und überhaupt schien es hier so innig demselben anzuhängen, dass die Stäbchen beim Herausziehen des Nerven nicht diesem folgen, sondern abreissen und zurückbleiben; wenigstens trat dieser Fall an den drei mir zu Gebote stehenden Exemplaren ein. Noch habe ich als besonderen Unterschied zwischen den obigen Wasserkäfern und dem Maikäfer herauszuheben, dass bei *Melolontha vulgaris* (Fig. 17) die gangliöse Nervenpartie durchaus nicht das kurze gedrungene Ansehen hat, wie ich es von *Dyticus* dargestellt habe, sondern der Nerv läuft, allmählig an Dicke abnehmend, gleichmässig aus und entsendet dabei die büschelförmig gruppirten, ganglionären Streifen zu den markirten Hautstellen. Es mag dieses abweichende Verhalten in directem Zusammenhang mit der Lagerung der Hautcanäle (d) selber stehen, die ebenfalls nicht auf einen abgeschlossenen Trupp sich häufen, sondern einen weithin gedehnten Längszug bilden. Deutlich ist ferner beim Maikäfer wahrzunehmen, dass ein grosser Blutraum (a) die Nervenentfaltung umgiebt.[1])

Ich halte es für recht wohl möglich, dass man an manchen kleinen Käferarten einer derartigen umständlichen Behandlungsweise, wie sie oben angedeutet wurde, gar nicht bedarf, sondern dass die Subcostalvenen durchsichtig genug sind, um sowohl die Form und den Verlauf des Nerven, sowie die Lage-

1) Aehnlich verhielt sich der Nerv auch bei ***Lucanus cervus***; auch möchte ich noch anmerken, dass ausser dem innerhalb der Subcostalvene verlaufenden Nerven noch weiter nach hinten ein zweiter Nerv, ebenfalls in Begleitung einer Trachee, in den Flügel eintritt, wie ich z. B. an ***Telephorus dispar*** (Weingeistexemplar) unzweifelhaft sehen kann.

rung der Stäbchen an dem einfach abgeschnittenen Flügel deutlich zu sehen; doch hat die Jahreszeit bis jetzt nicht erlaubt, die hierzu passenden Arten ausfindig zu machen. Eine kleine lebende *Coccinella bipunctata* z. B., von der ich mir etwas versprochen hatte, besass innerhalb der Wurzel der Flügel so viel Fettkörper, dass man der Stelle, wo fragliches Organ zu liegen hatte, wenig abgewinnen, ja eigentlich nur die Lage der Hautcanäle erblicken konnte.

Einige in Weingeist aufbewahrte Käfer prüfte ich ebenfalls auf die besagten Structurverhältnisse, will aber zunächst davon Umgang nehmen, um die Befunde bei lebenden Dipteren hier anzuschliessen.

Die Arten: *Eristalis tenax*, *Musca vomitoria* und *M. domestica*, *Scatophaga stercoraria* standen mir zur Verfügung. Das Gehörorgan erscheint hier in der Basis der Halteren untergebracht. Die Cuticula der letzteren zeigt an der Wurzel drei specifisch geartete Platten (Fig. 19 a.) oder Wülste, die bei flüchtiger Besichtigung den Eindruck machen, als ob sie aus Querreihen von Bläschen mit dazwischen geschobenen Härchen beständen, doch kommt man bei schärferem Beschauen bald zur Ueberzeugung, dass man es auch hier mit Räumen in der Cuticula zu thun habe, welche nur nach innen geöffnet, nach aussen aber geschlossen sind (Fig. 20 c.). Als ich mich nun weiter davon vergewissert hatte, dass ein starker (bei *Eristalis tenax* 0,014''' breiter) Nerv an die Wurzel der Halteren herantrete, und bald darauf inne wurde, dass die Primitivfasern desselben innerhalb der angeschwollenen Basis der Halteren grosse, schöne Ganglienkugeln aufnehmen (Fig. 20 a.), musste ich im Zusammenhalt mit der eigenthümlich modificirten Cuticula vermuthen, dass auch die specifischen Stäbchen nicht fehlen würden, um so das Organ mit dem der Käfer zusammenstellen zu können. Die ersten Versuche jedoch, der Stäbchen ansichtig zu werden, fielen nicht günstig aus; nachdem ich indessen vielleicht ein Dutzend Halteren auf die verschiedenste Weise behandelte, kamen zu meiner Freude die gesuchten Gebilde zur Anschauung. Ich erzielte dies Resultat zuerst an einer Haltere, die vom lebenden Thier abgeschnitten, einige

Minuten in schwachem Zuckerwasser gelegen hatte und dann einem methodischen Druck ausgesetzt wurde: es quollen darauf die schönsten Stäbe hervor. Fortgesetzte Untersuchungen thaten dann weiter dar, dass je eine Nervenröhre, nachdem sie die Ganglienkugel hinter sich hat, in ein Anfangs schmäleres, dann kolbig verdicktes, blassgranuläres Ende ausgeht und dass innerhalb eines solchen Endbalkens je ein durch Form und Lichtbrechung sehr ausgezeichnetes Stäbchen liegt (Fig. 20b.). Die auf solche Weise ausgestatteten Nervenenden wenden sich gegen die markirte Hautstelle. Die tracheale Begleitung, welche das entsprechende Organ bei den Orthopteren und Koleopteren hat, wird hier ersetzt durch die enorm grosse Tracheenblase, welche zu beiden Seiten den Raum des Hinterleibes einnimmt und sich bis zur Wurzel der Halteren erstreckt.

Als ich die specifischen Stifte von *Eristalis tenax* mit Sicherheit isolirt vor mir gehabt hatte, gelang es, sie auch bei allen den oben genannten Zweiflüglern aus der Wurzel der Halteren herauszufördern, so bei *Musca domestica*, *M. vomitoria*, *Scatophaga stercoraria*. Ihre Grösse scheint in einem gewissen Verhältniss zur Grösse des Thieres zu stehen; wenigstens waren jene der *Eristalis* stattlicher als die der anderen Zweiflügler. Die *Musca vomitoria*, welche ich am längsten, bis in den Winter hinein, immer wieder untersuchen konnte, bot mir noch die Erscheinung dar, dass die Stifte selber von zweierlei Art seien, was höchst wahrscheinlich auch bei den übrigen namhaft gemachten Dipteren der Fall ist, von mir aber dazumal, wo ich nur die Auffindung der Stifte überhaupt anstrebte, übersehen worden. In den Nervenenden der *Musca vomitoria* scheiden sich die Stifte nämlich (Fig. 19 bei b) in eine schlanke, längere Sorte mit spitzem Kopf und in kürzere dickere, die mit rundlichem Kopf abschliesst, und diese beiderlei Arten sind nicht etwa durch einander gemischt, sondern werden zu verschiedenen Paqueten zusammengefasst, derart, dass die schlankere Sorte zu ungefähr einem Dutzend beisammensteht und eine wohl abgesonderte Gruppe bildet, während die dickeren in ungleich grösserer Anzahl eine andere Partie des Ganglions besetzen. Noch ist es ferner als etwas Allgemeines

zu bezeichnen, dass das Ganglion bei allen genannten Fliegen von etlichem braunen Pigment umsponnen war, sowie ich auch im Hinblick auf den übrigen Inhalt der Halteren erwähnen will, dass in der rundlichen Endanschwellung derselben ausser Tracheen sich Klumpen oder Balken von Zellen finden, welche einem „Fettkörper“ ohne Fett entsprechen.

Was nun die Untersuchungen von Hicks anlangt, so hat derselbe die Form und Lage der markirten Hautstellen an den Schwingkolben von *Rhingia rostrata* und anderen Dipteren genau beschrieben, nur ist seine Bezeichnung „Bläschen (vesicles)“ für solche nach innen offene Räume schwerlich passend. Unser Autor weiss, dass ein starker Nerv in die Halteren geht, doch all' das, was ich über Endigung und specifische Elemente des Nerven mittheilte, lag ausser dem Bereich des englischen Beobachters. Er scheint auch der Meinung zu sein, dass von diesem Nerven ein Ast durch den Schaft der Halteren aufsteige, was ich ganz in Abrede stellen muss; wahrscheinlich wurde eine Art eines inneren stützenden Stranges (der bei *Eristalis tenax* von der Haut her entsteht) für einen Nerven gehalten. Hier auch noch einmal ein Wort über die Methode, die Hicks insbesondere für die Darstellung des fraglichen Organs an der Basis der Flügel in Gebrauch gezogen hat. Er behandelt die Flügel mit Terpentinspiritus und schliesst sie dann in Canadabalsam ein, nachdem sie wohl auch zuvor mit Chlor gebleicht wurden. Nach meiner Erfahrung gelingt es dadurch allerdings die Hautcanäle (die Hicks auch für die Flügel „Bläschen“ nennt) gut zur Ansicht zu bringen, aber das feinere Verhalten des Nerven wird aller sonstigen Nachforschung entrückt; höchstens dass man den Nerven in seinem zusammengeschrumpften, granulären Zustand überhaupt noch erblickt, geschweige denn von den Elementen noch etwas sehen wollen! Unser Autor zeichnet daher auf seinen Figuren, ohne eine Ahnung von der so complicirten Bildung zu haben, einfache Linien, welche die Nerven bedeuten sollen und zu den „Bläschen“ gehen.

Zur Beantwortung der Frage, in wie weit die noch übrigen Ordnungen der Insecten mit besagten Organen ausgerüstet sein

mögen, will ich als vorläufigen Beitrag einige Beobachtungen herzählen, die verschiedenen in Weingeist aufbewahrten Insecten entnommen wurden. Ausser den oben genannten Käfern sah ich die Hautcanäle der Subcostalvene der Hinterflügel bei *Cicindela hybrida*, *Scarabaeus stercorarius*, *Lamia textor*, *Staphylinus erythropterus*, *Telephorus dispar*, [1]) wobei ich zweierlei bemerken möchte. Erstens sind bei verschiedenen dieser Käfer z. B. bei *Cicindela*, *Lamia* die Hautcanäle unter sich sehr verschieden gross, so dass innerhalb eines Trupps einzelne um vieles umfänglichere stehen. Dann zweitens nicht bloss auf der Subcostalvene kommen die Canäle vor, sondern auch an anderen hinter der Subcostalvene gelegenen „Adern" der Flügel trifft man auf vereinzelte, zu deren Sichtbarmachung allerdings der Canadabalsam ein gutes Mittel ist; ich nenne namentlich *Staphylinus erythropterus*, *Telephorus dispar* und *Acilius sulcatus*, bei welchen mir solche zerstreute ,,Gruben" auffielen. Die gehäuften Canäle liegen gewöhnlich der Wurzel der Subcostalvene zunächst, so bei *Acilius* eine Gruppe hart an der Basis der Flügel, eine zweite etwas weiter nach aussen; bei anderen ziehen sie sich in einen mehr oder weniger langen Streifen aus, wobei sie auch hier zuletzt sehr vereinzelt zu stehen kommen (*Telephorus dispar*, *Lamia textor*). Aus der Ordnung der Hymenopteren besah ich mir eine *Tenthredo* und einen *Ichneumon gracilicornis*, welche beide nicht bloss an der Basis der Hinterflügel, sondern auch der der Vorderflügel die Gruppen der Hautcanäle zeigten. Dasselbe erkenne ich bei zwei Neuropteren, bei *Aeschna grandis* und einem *Hemerobius*; eine schwache Andeutung bei *Nepa cinerea* (Hemipteren). Natürlich lege ich auf diese Befunde einen nur untergeordneten Werth, da ich es für durchaus nöthig halte, dass an frischen Insecten durch Auffinden des Nerven und seiner specifischen Endigungsweise die Existenz des in Rede stehenden Organes immer erst festzustellen ist. Denn, obschon im Allgemeinen

1) Auch der Nerv und seine wie gefiederte Zertheilung liess sich an verschiedenen dieser Käfer mit Beihülfe der Kalilauge noch gut sehen, die Stäbchen jedoch konnte ich nicht mehr zur Ansicht bringen.

die Canäle durch ihre truppweise Häufung die Stelle anzeigen, wo der Gehörnerv sich entfaltet, so hat sich mir doch schon soviel ergeben, dass keineswegs zu jedem Canal ein Endzweig des Nerven gehört, sondern bei der grossen Zahl der Canäle gehen sehr viele von ihnen leer aus; auch ist in Anschlag zu bringen, dass sie auch sonst da und dort vereinzelt vorkamen, wo kein Nerv vorhanden ist, und überhaupt in eine Kategorie mit den anderen, stärkere oder schwächere Haare über sich tragenden Hautcanälen gehören. Somit muss ich es noch für eine offene Frage erklären, ob nicht bloss die Wurzel der Hinterflügel, sondern auch die Vorderflügel solche Organe einschliessen können, wie dies z. B. bei den genannten Hymenopteren, im Falle die Gruppen der Hautcanäle sichere Anzeigen davon wären, der Fall sein müsste. Bei obigen Käfern habe ich zwar, wie schon früher, in den Flügeldecken deutlich mehrere Längsnerven gesehen, welche neben den Hauptstämmen der Tracheen verlaufen, aber kein „Ohr"; das gleiche negative Resultat erhielt ich an den Vorderflügeln der Dipteren; weder bei *Eristalis tenax*, noch bei *Musca vomitoria* gewahre ich etwas von den Canälen, dem Ganglion und Nervenstäbchen, obschon auch hier unschwer zu beobachten ist, dass in die Flügel ein Nerv herein tritt. Immerhin darf man nicht aus den Augen verlieren, dass es keineswegs ohne alle Analogie wäre, wenn in der That bei manchen Arten das Organ an den vier Flügeln vorkäme, denn auch die Augen sind ja bei vielen Arthropoden nicht auf Ein Paar beschränkt, sondern können in Mehrzahl vorhanden sein, ganz abgesehen von den Verhältnissen bei tiefer stehenden Wirbellosen.

Um Irrungen vorzubeugen, mag es passend sein, hier noch darauf aufmerksam zu machen, dass bei den Käfern in der Wurzel der häutigen Flügel, also auch um den Nerven herum, und selbst darüber hinaus, dieselben einzelligen Drüsen vorkommen, welche ich[1]) aus den verschiedensten Körpergegenden beschrieben habe. Dass sie auch in den Flügeldecken zugegen seien, hatte ich bereits a. a. O. von *Hydrophilus caraboides*,

1) Zur Anatomie der Insecten; dieses Arch. 1859.

Dyticus marginalis, *Meloe proscarabaeus*, angegeben; jetzt kann ich von *Melolontha vulgaris*, *Lucanus cervus*, *Hydrophilus caraboides*, *Dyticus marginalis*, *Scarabaeus stercorarius*, *Staphylinus erythropterus* u. A. mittheilen, dass die Drüsen nicht bloss in den Flügeldecken vorhanden sind, sondern auch im Inneren der häutigen Flügel nicht vermisst werden. Sie können möglicherweise zu Verwechslungen Anlass geben.

Fassen wir jetzt aus vorgemeldeten Beobachtungen das Ergebniss zusammen, so mag es so lauten. Es findet sich in der Basis der Flügel bei den Koleopteren, sowie in der Wurzel der Schwingkolben bei Dipteren ein Organ, welches dem „Ohr" der Orthopteren in den Grundzügen vollkommen entspricht. Dasselbe besteht:

1) aus einem Nerven, der nach dem Sehnerven der dickste des Körpers ist und sich an gedachten Stellen zu einem Ganglion entfaltet, dessen bipolare Elemente in ihrem kolbig angeschwollenen Ende specifische Körper (Stäbchen, Stiftchen) einschliessen. Nach meiner Ansicht können diese letzteren Gebilde morphologisch mit keiner anderen Bildung verglichen werden, als mit den Stäben und Krystallkegeln im Auge der Arthropoden; beide sind eigenthümliche Umwandlungen der Nervensubstanz am peripherischen Ende des Seh- und Hörnerven. Es lässt sich sogar diese Zusammenstellung der Stäbe des Acusticus mit denen des Opticus auch bis zu Einzelheiten rechtfertigen. So berücksichtige man, dass in beiden Fällen[1]) die Endverbreitung des Nerven durch Scheiden, welche mit rundlichen Kernen versehen sind, zu einzelnen Abtheilungen sich sondert; dann dass das Köpfchen an den Stäben des Acusticus (z. B. *Locusta viridissima*), ähnlich wie die Krystallkegel des Opticus nicht einfach abgerundet, sondern mit mehreren regelmässigen, gewölbten Kanten versehen sich zeigt. Kurz es herrscht zwischen der peripherischen Entfaltung der beiden Nerven trotz der vielen sonstigen Verschiedenheiten dennoch im Grundplan eine unverkennbare Aehnlichkeit, und

1) Ich bitte hierzu m. Abbildungen des Arthropodenauges in dies. Archiv, 1855, Taf. XVII. zu vergleichen.

nach meinem Dafürhalten darf hinwiederum diese Verwandtschaft auf der einen und Verschiedenheit auf der anderen Seite uns auch darin bestärken, dass besagtes Organ der Insecten einem dem Auge an Complicirtheit der Bildung zunächst stehenden Sinne, also dem Gehörsinn diene. — Zur weiteren Ausrüstung des Gehörapparates gehört

2) eine grössere Trachee, welche dem Ganglion dicht anliegt und nicht selten in eine weite Blase anschwillt. Ganz besonders ansehnlich ist die Blase bei den obigen Zweiflüglern. Endlich

3) erscheint immer die äussere Haut (Cuticula) an der Stelle, wo das Ende des Nerven sich ausbreitet, besonders markirt. Die Acrididen z. B. zeigen hier Verdickungen mit bienenwabenähnlichen, nach innen geöffneten Räumen, ähnliche Höhlungen die Dipteren. Bei den Koleopteren tragen die Räume deutlicher den Charakter ansehnlicher Hautcanäle an sich, die sich ganz ähnlich wie die gleichen Bildungen an den Antennen und Palpen oben und unten erweitern; das obere Ende ist nicht frei geöffnet, sondern durch eine winzige Warze geschlossen, auf der sich auch wohl (z. B. bei *Melolontha vulgaris* an den äusseren Canälen der „Subcostalvene") ein kleiner Dorn erhebt, bis weiterhin mit dem Auswachsen des letzteren zu einer stattlichen Borste auch der Canal die Bedeutung eines gewöhnlichen Cuticularcanales angenommen hat.

2. Das muthmassliche Gehörorgan der Daphniden.

Die von dem feineren Bau des Acusticus der Insecten erworbene Erfahrung setzt mich in den Stand, über einen von mir bei den Daphniden aufgefundenen Nerven, welcher sich durch eine eigenartige Endverbreitung auszeichnet, eine bestimmtere Ansicht zu äussern, als es zu der Zeit möglich war, in der ich mich mit den genannten Krebsen beschäftigte. Es kommt bei den Daphniden allgemein ein starker Nerv vor, der seitlich aus dem Gehirn entspringend, in die Höhe steigt, um unter der Haut des Kopfes mit einem Ganglion zu enden, und die Beschaffenheit dieser terminalen Ganglienzellen macht es mir im höchsten Grade wahrscheinlich, dass unser Nerv den

Gehörnerven vorstellen möge. Ich erkannte zuerst bei *Daphnia longispina Ldg.* in dem Lager der terminalen Ganglienkugeln des gedachten Nerven eigenthümliche, meist sigmaförmig gebogene Streifen von stark lichtbrechender Natur und war anfänglich geneigt, sie für Kunstproducte zu halten. Später als ich an dem gleichen Nerven bei *Sida crystallina* und *Lynceus lamellatus* mit völliger Klarheit bestimmen konnte, dass es sich um specifische Elemente innerhalb der Endzellen handle, musste ich auch die beregten Streifen bei *Daphnia longispina* für natürliche Bildungen gelten lassen. Bezüglich der Einzelheiten erlaube ich auf meine Naturgeschichte der Daphniden, Tübingen 1860 zu verweisen.

Indem ich mir dort die Frage stellte, ob wohl ein Gehörorgan in dem Kreis der Sinneswerkzeuge dieser Thiere liege, hatte ich nach dem damaligen Stand der Kenntnisse sowohl die sog. Tastantennen, als auch den zuletzt erwähnten Nerven in Betracht zu ziehen. Bezüglich der Tastantennen durfte kaum beanstandet werden, dass diese Organe Sinneswerkzeuge vorstellen, und ich machte insbesondere auf gewisse Analogien aufmerksam, die zwischen jenem Organ und dem Ohr der Insecten (Orthopteren) obwalten, fügte jedoch schon damals bei, dass vielleicht ein anderer Nerv durch die Art seiner Endverbreitung den „Tastantennen“ diesen Rang streitig machen könne. Dies ist nun eben derselbe Nerv, den ich jetzt, nachdem für die „geknöpften Endborsten“ der sog. Tastantennen, wie oben auseinandergesetzt wurde, die Analoga auch an den Antennen anderer Krebse und Insecten nachgewiesen sind und zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit als Geruchswerkzeuge erklärt werden können, für den Hörnerven der Daphniden mit mehr Betonung als dazumal anspreche. Und um die Gründe hierfür noch einmal auf eine Stelle zu vereinigen, so sind es folgende. Der fragliche Nerv gehört zu den stärksten der vom Gehirn entspringenden Nerven; er endet an der Haut und versorgt keine Muskeln, er kann somit nur der Sensation dienen. Welcher? Für die gewöhnliche Gefühlsempfindung sind zugespitzte Haare bestimmt, welche Ganglienzellen sammt Nerven an ihrer Basis haben, so die vereinzelten zugespitzten blassen Borsten,

„Fühlfäden", an den Tast- und Ruderantennen; mit der Geruchsempfindung darf man die „geknöpften" Borsten des ersten Antennenpaares als betraut ansehen. Weil nun ein Sehorgan nicht in Frage kommen kann, so bleibt lediglich übrig, an ein Gehörorgan zu denken, und da der besagte Nerv mit dem Acusticus der Insecten nicht bloss das Ganglion, sondern auch specifische, das Licht stark brechende und in ihrer Natur an die Gehörstäbchen der Insecten erinnernde Elemente besitzt, so ist vom morphologischen Standpunkt aus der von mir eingehaltenen Schlussfolgerung eine gewisse Richtigkeit eher zuzugestehen als abzusprechen.

Für den Fall, dass man sich etwa bei *Lynceus lamellatus* daran stossen wollte, es besitze ja nicht allein der zum Kopfschild gehendeNerv in seinerEndplatte die eigenartigenElemente, sondern auch ein anderer Nerv, welcher das Schnabelende aufsucht, weise dieselbe Endplatte und dieselben Körper auf, bemerke ich, dass ich darin so wenig einen gültigen Einwurf gegen meine Deutung erblicken würde, als wenn sich herausstellen sollte, dass bei den Insecten das „Ohr" in mehreren Paaren vorhanden sei.

Tübingen, im Februar 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Innere Antenne vom *Pagurus* (Spec.?) aus Bahia, sehr schwach vergrössert.

a. Die sehr langen specifischen Organe (Geruchszapfen), nur den äusseren Arm der Antenne besetzend.

Fig. 2. Zwei der schmäleren Glieder des äusseren Armes der vorigen Antenne, ungefähr 200mal vergr.

a Gewöhnliches Haar, auf einem Hautcanal stehend.

b. Modificirter und erweiterter Hautcanal.

c. Die specifischen Organe (Geruchszapfen); einige vollständig, die übrigen abgeschnitten.

Fig. 3. Glied vom äusseren Aste des inneren Fühlerpaars vom Flusskrebs (*Astacus fluviatilis*), ungefähr 300mal vergr.

a. Gewöhnliches Haar.

b. Modificirter stärkerer Hautcanal, den „Gruben“ an den Antennen der Insecten entsprechend; die dichte Punktirung auf der übrigen Hautfläche stellt die Mündungen der feinen Porencanäle dar.

c. Zwei Büschel der specifischen cylinderförmigen Organe (Geruchszapfen).

Fig. 4. Endglieder eines der kürzeren Fühlhörner von der Wasserassel (*Asellus aquaticus*), ungefähr 600mal vergr.

a. Gewöhnliche (nicht mit Nerven zusammenhängende) Haare.

b. Tastborste (mit Nerven an der Basis).

c. Specifische Cylinder (Geruchszapfen).

d. Nerven.

Fig. 5. Zwei Antennenglieder von ***Lithobius forficatus***, 300mal vergr.

a. Specifische Cylinder (Geruchszapfen).

Fig. 6. Ende eines Fühlers von ***Iulus terrestris***, ungefähr 600mal vergr.

a. Vier specifische Organe (Geruchszapfen) an der Spitze; dahinter am folgenden Glied unterscheidet man auch noch ausser den Haaren mehrere verwandte Cylinder.

Tafel VIII.

Fig. 7. Endspitze eines Fühlers von *Formica rufa*, 300mal vergr. Man sieht am Rande ausser den Elementen des Haarbesatzes noch die stärkeren, in Abständen stehenden Cylinder (Geruchszapfen); auf der helleren Fläche des Fühlers machen sich Gruben bemerklich.

Fig. 8. Von der Antenne einer Schlupfwespe (***Ophion ventricosus***), 300mal vergr. Zwischen den Borsten mit ihren Hautcanälen fallen die grossen, eigenthümlich ausgebildeten Gruben in die Augen.

Fig. 9. Von der Antenne der *Musca vomitoria*, 600mal vergr.

a. Stück der Cuticula mit den Borsten und den Gruben.

b. Drei der grossen taschenförmigen Eintiefungen in verschiedener Einstellung und Lage; die am meisten rechts gelegene kehrt das blinde Ende nach oben.

Fig. 10. Antennenlamelle des Maikäfers (***Melolontha vulgaris***), 600mal vergr. Die sechs unteren Gruben von der Fläche gesehen, die sechs oberen von der Seite; schräge Beleuchtung.

a. Rand der Grube.

b. Innerer Ringwall.

c. Lichtung des Hautcanales.

d. Hautcanal nach der Länge gesehen.

e. Dornen, welche in Gruben wurzeln.

Fig. 11. Von den Antennen des ***Acilius sulcatus***, 600mal vergr. Präparat in Canadabalsam.

a. Cuticula.
b. Matrix der Cuticula.

Man übersieht deutlich, wie sich die Gruben, die Hautcanäle und die in ihnen wurzelnden Dornen zu einander verhalten.

Fig. 12. Antenne der *Catocala nupta*, 300mal vergr.
a. Die cylindrischen Organe (Geruchszapfen).
b. Schuppen.

Fig. 13. Fühlerkolben eines Tagfalters (*Argynnis aglaia*), der Länge nach geöffnet, bei auffallendem Licht und ungefähr 80mal vergr.
a. Die continuirliche Lage anorganischer Substanz unter der Haut.

Tafel IX.

Fig. 14. Endglied der Antenne von der Larve (Engerling) der *Melolontha vulgaris*, 300mal vergr.
a. Nerven.
b. Tracheen.
c. Gruben mit innerem Ringwall.
d. Helle Felder, an welchen die Nerven enden.
e. Kegel, zu denen ebenfalls Nerven gehen.

Fig. 15. Endglied einer Palpe von *Acilius sulcatus*, Vergr. 300.

Fig. 16. Endspitze einer Palpe von *Staphylinus erythropterus*, Vergr. 600.
a. Die zu den Kegeln gehenden Nerven.

Fig. 17. Sogenannte Subcostalvene der Hinterflügel vom Maikäfer (*Melolontha vulgaris*), Vergr. ungefähr 160.
a. Blutraum.
b. Nerv.
c. Trachee.
d. Hautcanäle, von oben gesehen.

Fig. 18. Hautstück der „Subcostalvene“, sowie Nerv und Trachee derselben im isolirten Zustande von *Dyticus marginalis*, Vergr. 300.
a. Canäle der Haut.
b. Gangliöse Entfaltung des Nerven, sammt den eigenthümlichen (Gehör-) Stäbchen.

Fig 19. Schwingkolben und Nerv desselben von *Musca vomitoria*, Vergr. 600.
a a. Markirte Hautstellen der Haltere.
b. Ganglion des Nerven mit zwei Arten von (Gehör-) Stäbchen.

Fig. 20. Endstück vom Halterennerven der *Eristalis tenax*, Vergr. 600.
a. Nervenfasern mit bipolaren Ganglienkugeln.
b. Gehör-Stäbchen.
c. Cuticula im senkrechten Schnitt.

Ueber die chemische Reizung der Muskeln und Nerven und ihre Bedeutung für die Irritabilitätsfrage.

Von

Dr. W. Kühne.

Seit dem Erscheinen meiner Untersuchungen über directe und indirecte Muskelreizung mittelst chemischer Agentien, aus denen ich eine Anregung zum Studium der Irritabilitätsfrage entnahm, sind über denselben Gegenstand neue Angaben veröffentlicht, welche in dem thatsächlichen Theile den meinigen widersprechen. Hauptsächlich wird der von mir aufgestellte Satz bestritten, dass Muskel und Nerv sich zu denselben chemischen Reizen verschieden verhalten. Die Herren Wundt und Schelske (Verhandlungen des naturhist.-medicin. Vereins zu Heidelberg. Ueber die chemischen Muskelreize. Von Dr. Schelske)[1]) suchen zu dem Ende nachzuweisen, dass erstens meine Behauptung nicht richtig sei, dass einzelne Lösungen nur in concentrirtem Zustande erregend auf die Nerven wirken, während sie selbst in äusserster Verdünnung vom Muskelquerschnitt noch Zuckungen hervorrufen, und dass zweitens kein chemischer Körper existire, der nicht entweder gleichzeitig ein Reiz für beide Organe sei, oder den Nerven sowohl als den Muskel ganz unerregt lasse.

Ich werde mich bemühen, diese Widersprüche so viel als möglich zu lösen, wo mir dies nicht möglich ist, vermag ich nichts Besseres zu thun, als die Physiologen, welche diesem Gebiete näher stehen, einzuladen, diese Versuche entweder selbst zu wiederholen, oder sie sich bei mir anzusehen, indem ich jeder Zeit mit Vergnügen bereit bin, Alles ad oculos zu wiederholen.

1) S. oben S. 263.

1. Die Wirkung der Salzsäure. Der erste Versuch, welchen ich angeführt zum Belege für meine erste Behauptung, besteht darin, dass ich einen Nerven in sehr verdünnte Salzsäure eintauchte, und hierbei keine Zuckungen in den Muskeln eintreten sah. Dieselbe Säure bewirkte aber nach der flüchtigsten Berührung mit dem Muskelquerschnitt bei directer Reizung eine kräftige Zuckung.

Die Herren Wundt und Schelske scheinen die Richtigkeit dieses Versuchs zuzugeben, sie behaupten aber, dass die Salzsäure in grosser Verdünnung auch auf den Nerven erregend wirke, wenn man sie vorher mit Muskelstückchen digerirt habe. Unglücklicher Weise fehlt dieser Angabe Alles, was nöthig ist, um sie controlirbar zu machen, denn es ist nicht nur nicht angegeben, wie verdünnt die Salzsäure gewesen sei, sondern zweitens auch nicht, wie lange die Digestion mit der Muskelsubstanz fortgesetzt werden müsse, um eine wirksame Lösung zu erhalten. Diesem Umstande muss ich es zuschreiben, dass es mir unmöglich war, den Versuch zu bestätigen. Ich nahm Salzsäure von 5 bis 1 pro Mille, digerirte sie mit klein geschnittenen frischen Froschmuskeln 1—24 Stunden lang, filtrirte, und tauchte den Nerven höchst erregbarer Nervmuskelpräparate hinein. Niemals sah ich hiernach Zuckungen eintreten, der Nerv starb in dem Gebräu allmählig ab, ohne je in den erregten Zustand zu gerathen. Zu allen Versuchen wurde eine Mischung von 1 Theil Muskeln und 10 Theilen Säure benutzt. Temperatur 15° C. Ebenso erfolglos waren zahlreiche andere Versuche, bei welchen die grössten Variationen in der relativen Menge der Säure und der Fleischstückchen vorgenommen wurden.

Ich kann nicht annehmen, dass irgend eine grobe Täuschung der Behauptung der Herren Wundt und Schelske zu Grunde liege, sondern ich muss die Erfolglosigkeit meiner Bemühungen lediglich ihrer unvollkommenen Mittheilung der Thatsache Schuld geben, und ich sehe deshalb ganz von der Richtigkeit ihrer Beobachtung ab. Soll der Versuch aber irgend einen Sinn haben, so muss er darthun, dass bei der directen Reizung der Muskeln mit verdünnter Salzsäure, eine Lösung entstehe,

welche nicht die contractile Substanz, sondern die intramuscularen Nerven errege. Für Jeden, der die momentane Zuckung eines Sartorius nach der flüchtigsten Berührung seines Querschnitts mit 1000fach verdünnter Salzsäure einmal gesehen, wird diese Auslegung gewiss wenig Einladendes haben, denn wie soll man sich denken, dass im Augenblicke der Berührung eines minimalen Theiles der Muskelmasse mit dem Spiegel der Flüssigkeit eine neue Lösung zu Stande komme, die ihrerseits erst befähigt wäre, erregend auf die intramuscularen Nerven zu wirken. Lässt man ferner die Irritabilitätsfrage der Muskeln gänzlich aus dem Spiele, so kommt man mit den Herren Wundt und Schelske auf die nicht minder ungereimte Vorstellung, dass also die erregende Flüssigkeit als solche gar nicht auf den Muskel wirke, sondern erst, nachdem sie mit der contractilen Substanz eine zweite, verschiedene, und nunmehr erst wirksame Mischung eingegangen sei. Wenn man sich bemüht die Dinge möglichst schief anzusehen, so könnte man wohl auf derartige Ideen kommen, in dem Falle, dass der Muskel erst nach längerer Berührung mit der verdünnten Säure zuckte. Die Thatsache ist aber, wie gesagt, anders. Der Muskel zuckt augenblicklich, so wie sein Querschnitt von der Säure benetzt wird.

Von neuem muss ich darum wieder betonen, dass Salzsäure nur in concentrirtem Zustande ein Nervenreiz ist, während sie noch in 1000facher Verdünnung erregend auf den Muskel wirkt. Verdünnte Salzsäure mit Muskelsubstanz digerirt ist ein ganz anderer Körper, oder welcher Chemiker würde sich erlauben, eine Syntoninlösung für Salzsäure zu erklären?

Ausser der eben erwähnten Angabe über die physiologische Wirkung der Salzsäure führen die Herren Wundt und Schelske noch eine Anzahl anderer Säuren auf. Bei keiner bemerken sie etwas über die Concentration, denn nur bei der Salpetersäure und der Chromsäure reden sie von einem concentrirten und verdünnten Zustande, woraus allein man keine Andeutung über den wahren Procentgehalt entnehmen kann. Um so mehr fühle ich mich verpflichtet, meine Versuche in dieser Richtung weiter auszudehnen, als es bisher geschehen, zugleich in der Ueber-

zeugung, dass es endlich Zeit sein dürfte, den chemischen Reizversuchen ihren Platz in der Physiologie einzuräumen.

2. Salpetersäure. Nach den Versuchen von Eckhard und meinen früheren Beobachtungen wirkt diese Säure nicht in grosser Verdünnung auf den Nerven. Mit einiger Sicherheit erhält man nur Zuckungen, wenn der Nerv des stromprüfenden Froschschenkels in eine Säure von 15pCt. eingetaucht wird. Ich habe mich jedoch neuerdings überzeugt, dass es an hinreichend erregbaren Präparaten (im Winter) auch mit Salpetersäure von 10—7 und sogar 6 und 5pCt. gelingt, vom Querschnitt des Nerven aus, namentlich nach längerer Berührung, Zuckungen hervorzubringen. Die bis auf 4pCt. verdünnte Säure erwies sich für alle Theile des Ischiadicus unwirksam. Der Versuch wurde an vier verschiedenen Fröschen wiederholt, also an 8 Präparaten, von denen 6 auf den Reiz des eigenen Nervenstromes zuckten. Viel weniger gelingt es mit noch verdünnteren Säuren Contractionen hervorzurufen. Ausnahmslos aber zuckt jeder Sartorius vom Frosch bei Berührung seines Querschnitts mit NO^5 von 0,5pCt., und auch mit NO^5 von 0,2pCt. bleibt die Zuckung fast nie aus.

In der Angabe der Herren Wundt und Schelske, dass NO^5 in grosser Verdünnung sowohl auf den Nerven als auf den Muskel wirke, ist also die Hauptsache — **die Differenz von 50 und 2 pro Mille** — übersehen.

3. Chromsäure. Neuere Beobachtungen über die Wirkung der Chromsäure haben mir gezeigt, dass es entgegen meiner früheren Angabe, welche sich nur auf eine kleine Zahl von Versuchen stützte, nicht selten gelingt, durch Eintauchen des Nerven in Chromsäure Zuckungen in den dazu gehörigen Muskeln zu bewirken. Die äusserste Grenze der Verdünnung scheint bei 5 pCt. zu liegen, mit verdünnteren Lösungen vermochte ich keine Zuckungen vom Nerven aus hervorzurufen. Vom Muskelquerschnitt aus entsteht ausnahmslos Zuckung, durch $Cr\,O^3$ von 0,5pCt. Verdünntere Lösungen wirken nicht mehr. Bei der Reizung vom Nerven aus stirbt der Nerv, namentlich in concentrirten Lösungen, zuweilen rasch ab, ohne vorhergehende Zuckung.

4. Essigsäure. An der Luft zerflossene krystallisirte Essigsäure erzeugte bei Berührung mit dem Querschnitt des Nerven in der Regel eine schwache Zuckung. Dasselbe wurde auch in einzelnen Fällen beobachtet mit 1 Th. der festen Säure und 1 Th. Wasser. Die stärker verdünnte Säure wirkte aber nie erregend auf den Nerven, obwohl derselbe sehr rasch darin abstarb. Vom Muskelquerschnitt aus erzeugt die Säure in allen Concentrationsgraden bis zu einem Gehalte von 6 pCt. ausnahmslos Zuckung. Essigsäure von 5 pCt. wirkt nicht immer sicher, jedoch zuckt der Muskel stark, wenn sein Querschnitt den Dämpfen der concentrirten Säure ausgesetzt wird.

Die Zuckungen vom Nerven aus haben die Herren Wundt und Schelske nicht gesehen. Vielleicht waren dieselben zu schwach, so dass sie sie deshalb übersahen, oder auch ihre Säure war nicht concentrirt genug. Die Zuckung vom Muskel aus nennen die Herren Wundt und Schelske keine Zuckung, sondern eine nachhaltige Runzelung. Am Sartorius gehen dieser nachhaltigen Runzelung, bei vorsichtiger Berührung mit den Dämpfen der Essigsäure stets einzelne stossende Zuckungen vorauf. Dafür, dass die Herren Wundt und Schelske die Zuckungen nach Berührung des Muskelquerschnitts mit verdünnter Essigsäure nicht gesehen, steht mir im Augenblicke keine Erklärung zu Gebote.

5. Oxalsäure. Wie ich schon früher angegeben, wirkt diese Säure von allen am wenigsten sicher. Es bedurfte darum einer sehr grossen Versuchsreihe, um den Procentgehalt der Lösungen annähernd zu bestimmen, welche erregend auf Nerv und Muskel wirken. Aus diesem Grunde sind die folgenden Angaben nicht als ganz genau zu betrachten. Die Zuckungen vom Nerven aus sah ich nur eintreten bei Lösungen, welche über 10 pCt. der Säure enthielten, wogegen Zuckungen vom Muskelquerschnitt aus gesehen wurden beim Benetzen mit wässrigen Lösungen von 0,5 und 0,4 pCt.

6. Weinsäure bewirkt regelmässig Zuckung vom Nerven aus in Lösungen, die nicht verdünnter sind als 20 pCt., aber auch Lösungen von 10 pCt. können mitunter vom Nervenquerschnitt aus erregend wirken. Verdünntere Lösungen sind ganz

unwirksam und wirken nur noch bei directer Muskelreizung, so von 10pCt.—5pCt. ab bis 1pCt. — Bei 0,5pCt. ist der Erfolg unsicher.

7. Milchsäure. Meinen früheren Angaben über die Wirkung dieser Säure habe ich nichts Neues hinzuzufügen, da in der jüngsten Zeit angestellte Versuche die schon publicirten Resultate nur bestätigt haben. Wenn die Herren Wundt und Schelske angeben, dass die Milchsäure sowohl vom Nerven als vom Muskel aus Zuckungen errege, so gilt dies nur für einen ganz bestimmten Concentrationsgrad, da, wie ich gezeigt, die ganz concentrirte Säure nur bei indirecter, nicht bei directer Reizung wirkt, während umgekehrt die mit dem gleichen Volum Wasser verdünnte Säure nur vom Muskelquerschnitt, nicht vom Nerven aus Contractionen hervorruft.

8. Gerbsäure wirkt nach den Herren Wundt und Schelske nicht erregend, weder auf den Nerven noch auf den Muskel. Die Beobachtung ist vollkommen richtig und ich kann sie nach vielen Versuchen für alle Concentrationsgrade der wässrigen Lösung bestätigen.[1])

Alle neueren Beobachtungen haben nach dem Vorhergehenden also bestätigt, dass die Säuren nur in concentrirtem Zustande von den motorischen Nerven aus wirken, während sie in verdünntem Zustande unwirksam sind, wo sie als sehr energische directe Muskelreize betrachtet werden müssen. Den Werth der Einwendungen der Herren Wundt und Schelske mag darum Jeder selbst ermessen, der den Gegenstand aus eigener Anschauung kennt.

In Bezug auf die Wirkung der Alkalien scheinen die Herren Wundt und Schelske mit mir übereinzustimmen, obwohl sie auch hier keine genaueren Beobachtungen über den Concentrationsgrad angestellt zu haben scheinen. Das Letztere ist übrigens für die Wirkung des Kali's und des Natrons minder wichtig, als bei den Säuren, da hier Nerv und Muskel, wie ich schon früher angegeben, sich gleich verhalten. Ganz anders

---

1) Nach längerem Eintauchen des ganzen Sartorius entstehen jedoch schwache Zuckungen.

äussern sie sich jedoch über die Wirkung des Ammoniaks. Sie behaupten, bei kurzer Annäherung seiner Dämpfe wirke dasselbe weder auf den Nerven noch auf den Muskel, sobald aber der Nerv auszutrocknen beginne, solle es Zuckungen hervorrufen, bei directer Berührung mit dem Muskel hingegen nur eine nachhaltige Runzelung erzeugen, eine Eigenthümlichkeit, welche die contractile Substanz mit der Haut und dem Bindegewebe theile. Im Widerspruche mit diesen Aeusserungen, noch mehr aber auch im Widerspruche mit meinen Angaben über die Wirkung des Ammoniaks, behauptet ferner Funke,[1]) dass dieser Körper ebensowohl ein Reiz für den Nerven sei, wie für den Muskel. Da Funke seine Beobachtungen zum Gegenstande eines längeren Vortrags in der Königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften gemacht, und bei dieser Gelegenheit gleich im Voraus eine lebhafte Protestation gegen meine Begründung der Irritabilitätslehre erlassen hat, so wird man es nicht unbillig finden, wenn ich hier ausführlicher auf die Versuche mit dem Ammoniak zurückkomme.

Funke bedient sich des folgenden Verfahrens, um Zuckungen mit dem Ammoniak vom Nerven aus zur Anschauung zu bringen. Er befestigt den stromprüfenden Froschschenkel an den Zehen, so dass der Unterschenkel nach zweimaliger rechtwinkliger Biegung im Fuss senkrecht herabhängt. Wenn man nun den mit einem Querschnitt versehenen Nerven in Ammoniakflüssigkeit eintaucht, so soll bei erregbaren Präparaten eine rasche Zuckung erfolgen und hierauf soll der Schenkel nach dem Eintauchen einer längeren Nervenstrecke, durch tetanische Contraction langsam aus der senkrechten Lage in eine andere Stellung gerathen, wobei er sich unter einem Winkel von 20 bis 40° aufrichtet. Ebenso langsam soll der Schenkel nachher wieder zur senkrechten Lage zurückkehren. Die Erklärung, welche ich dieser Wirkung des Ammoniaks vom Nerven aus zu geben versucht, indem ich annahm, dass die Dämpfe des Ammoniaks direct auf die Muskeln der Präparate gewirkt

1) O. Funke, Berichte der math. phys. Classe der königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften. 1859.

hätten, verwirft Funke, erstens weil er denselben Erfolg erhielt, wenn er die Ammoniakdämpfe von dem Schenkel ganz absperrte, und zweitens weil die Aufrichtung des Schenkels nicht eintrat, wenn er die Dämpfe direct auf das Präparat einwirken liess, ohne den Nerven in die Flüssigkeit einzutauchen.

Im Gegensatze hierzu habe ich in meiner ersten Mittheilung die Angabe Eckhard's bestätigt, dass das Ammoniak nicht erregend auf den Nerven wirke, und da ich gleichzeitig den ausserordentlichen Einfluss des dampfförmigen Ammoniaks auf den Muskel bei directer Reizung kennen lernte, so war ich vollkommen im Rechte, wenn ich die früheren Resultate Humboldt's auf diesen Umstand zurückzuführen suchte. Man ersieht aus Humboldt's Untersuchungen leider nicht genau, mit welchen Präparaten er experimentirte, es ist aber sehr wahrscheinlich, dass er sich des zu jener Zeit üblichen galvanischen Präparats bediente, für welches die von mir versuchte Erklärungsweise, wie mir eigens dazu angestellte Versuche lehrten, allerdings sehr plausibel erscheint. Wenn Funke neuerdings versichert, dass seine früheren Versuche ausschliesslich am Unterschenkel mit dem daran hängenden Nerven angestellt worden seien, so wird er doch damit auch nicht läugnen können, dass er früher wenigstens die Muskeln nicht vor der Einwirkung des flüchtigen Ammoniaks geschützt habe, und insofern passt meine Deutung seiner Versuche immer noch.

Im Augenblicke jedoch handelt es sich hierum nicht mehr, denn Funke behauptet jetzt, dass die Contractionen doch eintreten, wenn auch keine Ammoniakdämpfe an die Muskeln gelangten. Ich muss gestehen, dass ich bei der Beschreibung, welche Funke giebt, recht lebhaft an das Bild erinnert wurde, das mir nach seiner Methode befestigte Präparate bei directer Reizung mit Ammoniak oft geboten hatten. Obgleich mir durch die vielfache Wiederholung und Demonstrirung meiner Versuche die Vortheile jener Lage des Froschschenkels auch früher nicht entgangen sind, so halte ich mich doch für verpflichtet, hier nun auch die Experimente anzuführen, welche ich neuerdings nach der Mittheilung der Funke'schen Versuche angestellt habe.

Wie ich schon früher angegeben, ist die directe Berührung der Ammoniakdämpfe mit den grossen Muskeln des Unterschenkels wegen ihrer dicken Aponeurosen weniger zu fürchten, so dass man die Unwirksamkeit des Ammoniaks beim Eintauchen des Nerven auch allenfalls ohne weitere Vorsicht an dem strompräfenden Schenkel zeigen könnte. Auch hierauf muss ich noch heute beharren, denn es dürfte schwer sein, eine Zuckung in dem abgeschnittenen Unterschenkel oder in dem isolirten Gastroknemius zu erkennen, wenn man auch ohne alle Vorsicht den Schenkelnerven einfach in NH^3 taucht. Wird der Schenkel aber mit den Zehen in der von Funke angegebenen Weise aufgehängt, so wird man eine Bewegung durch directe Einwirkung der Dämpfe viel eher bemerken, weil die zarten und nur mit sehr dünnem Bindegewebe überzogenen Muskeln des Fusses allein schon einen bemerkenswerthen Einfluss auf die Lage des hängenden Unterschenkels ausüben, wovon man sich durch directes schwaches elektrisches Tetanisiren des Fusses sehr leicht überzeugen kann. Wenn Funke aber behauptet, dass ein solches Präparat „constant" beim Eintauchen des Nerven in Ammoniak den von ihm beschriebenen Tetanus zeige, so muss ich ihm trotzdem und alledem widersprechen. Die Erscheinung tritt bisweilen ein, durchaus aber nicht immer, und zwar tritt sie eben so leicht ein, wenn der Nerv im Knie abgeschnitten ist, am besten, wenn das Gefäss mit Ammoniak längere Zeit unter dem Präparat stehen bleibt, oder wenn man einen damit benetzten Schwamm nahe an die Fussmusculatur hält. Ich glaube aus der Darstellung der Funke'schen Versuche entnehmen zu dürfen, dass er trotz meiner Warnung vor der Flüchtigkeit des Ammoniaks dennoch die Versuche in nicht unbeträchtlicher Anzahl ohne Absperrung der Muskeln vor den Dämpfen anstellte, und nur so wird mir seine Behauptung erklärlich, obgleich er immerhin vom Glück begünstigt gewesen zu sein scheint. Andererseits scheint er aber jedoch nicht sehr glücklich gewesen zu sein, als er versuchte, die Streckung und Aufrichtung des Schenkels ohne directes Eintauchen des Nerven zu erzeugen. Ich vermuthe, dass dies in mehreren seiner Versuche darin

seinen Grund hatte, dass er den Nerven auf die Aussenseite des Glases leitete, wo er denselben fest anklebte. Wie Funke selbst zugesteht, ist die Kraftentwicklung bei diesem Tetanus ausserordentlich gering, und ich selbst kann hinzufügen, dass die Aufrichtung des Schenkels durch Ankleben des Nerven an einen festen Körper leicht zu verhindern ist.

Es lohnt sich kaum der Mühe, bei diesen Versuchen länger stehen zu bleiben, da es hier auf eine durchaus exacte Form derselben ankommt, ohne welche eine bündige Aufklärung ganz unmöglich ist. Ich gehe deshalb sogleich zu den Versuchen über, die mit der Vorsicht angestellt werden, dass keine Ammoniakdämpfe die contractile Substanz, den Muskel selbst erreichen konnten. Funke giebt an, dass die Erscheinung in diesem Falle ganz dieselbe sei, und überlässt es dem Leser, bei der Kürze seiner Angaben auf guten Glauben anzunehmen, dass er die Muskeln wirklich absolut geschützt habe. Ich nehme mir die Freiheit dies nicht zu glauben, und zwar nur deshalb nicht, weil Funke gar kein Kriterium angegeben, durch welches er sich davon überzeugte. Da wir nicht wissen, ob er selbst hierüber vollkommen gewiss war, wie viel weniger wird er beanspruchen können, dass wir uns mit seiner Angabe beruhigen, um so weniger, als er nicht einmal hinzufügt, wie er es denn eigentlich angefangen, den Nerven allein mit dem Ammoniak in Berührung zu bringen.

Niemand, der dem Gange der streitigen Frage gefolgt ist, kann bezweifeln, dass hierin das einzig Entscheidende liegt, dass alle anderen Argumente diesem Umstande gegenüber fast ohne alle Bedeutung sind. Und hier gerade beginnt Funke wortkarg zu werden!

Meine Versuche sind in folgender Weise ausgeführt. Der stromprüfende Froschschenkel befand sich innerhalb einer geräumigen Glasglocke, welche mittelst ihres mit Fett bestrichenen Randes luftdicht auf eine mattgeschliffene Glastafel aufgesetzt werden konnte. Die Glastafel war in zwei Hälften geschieden, welche durch ihre ebenfalls mit Fett bestrichenen Ränder luftdicht an einander geschoben werden konnten. Zum Durchtritt des Nerven waren ferner die Ränder der Glasplatten

an zwei einander entsprechenden Stellen mit einem kleinen halbkreisförmigen Ausschnitt versehen. Vor Anstellung des Versuchs wurde die hierdurch beim Aneinanderschieben der Glasplatten gebildete kreisförmige Oeffnung fest mit Schweineschmalz verschlossen, dann die Platten sanft aus einander gezogen und nun der Nerv mit Vorsicht in den einen Ausschnitt hineingedrückt. Durch Anschieben der anderen Platte gelang es dann leicht, ohne Beschädigung des Nerven den musculösen Theil des Präparats in einen vollkommen getrennten Raum von dem übrigen centralen Nervenende zu versetzen. Der Schenkel selbst wurde mit Hülfe eines die Klemmpincette tragenden Statives in der von Funke angegebenen Weise aufgehängt, und zwar in einer solchen Höhe, dass der in der Glasglocke zugleich befindliche Theil des Nerven nicht gespannt wurde, so dass keine Behinderung der Bewegung eintreten konnte. Um jede etwaige Lagenveränderung des Schenkels genau beobachten zu können, stiess ich ferner durch die sehnigen Massen des Kniegelenks eine lange Insectennadel, deren Spitze bei jeder Bewegung des Schenkels vor einer Millimetertheilung frei auf- und niederstieg. Mit Hülfe dieser Vorrichtung gelang es mir nun vollständig, den Schenkel vor jeder Berührung mit den Ammoniakdämpfen zu bewahren, wovon ich mich durch einen an demselben Stativ so dicht als möglich neben dem Präparat angekitteten und in Salzsäure getauchten Glasstab überzeugte. Ausserdem überzeugte ich mich, dass die Erregbarkeit des Nerven durch die Umgebung mit Fett an der Stelle seines Durchtritts zwischen den Glasplatten nicht abgenommen hatte. Dasselbe Minimum der elektrischen Reizung, das vor dem Zusammenschieben der Glasplatten zur Erzeugung von Zuckungen genügte, reichte auch hinterher noch aus, und ebenso traten regelmässig Zuckungen im Schenkel ein, wenn ich irgend einen erregend wirkenden chemischen Körper, Kali, NO^5, Na Cl oder concentrirtes Glycerin auf den draussen befindlichen Nerven einwirken liess. Der ganze Apparat ruhte auf einem gewöhnlichen Dreifusse, in dessen Mitte der Nerv senkrecht herabhing. Ich habe den Nerven nun den Dämpfen des Ammoniaks ausgesetzt, ihn mit seinem Quer-

schnitte allein, oder auch in grösserer Ausdehnung rasch und langsam in verdünntes und ganz concentrirtes NH^3 eingetaucht, aber niemals danach eine Zuckung, noch weniger Tetanus in dem Schenkel eintreten sehen. Die Nadel blieb in allen Versuchen ruhig auf dem Punkte der Scala stehen, wo sie sich vor der Behandlung des Nerven mit dem Mittel befand. Kurz das Ammoniak ruft, wenn es auf den Nerven allein wirkt, keine Zuckung und überhaupt keine Muskelcontractionen hervor. Alle diese Versuche wurden so lange fortgesetzt, bis der direct behandelte Theil des Nerven seine Erregbarkeit für mechanische und elektrische Reize völlig eingebüsst hatte.

Ich bin bereit, diesen Versuch an jedem beliebigen Frosche Jedermann zu zeigen!

Wenn es nach diesen, wie mir scheint, vorwurfsfreien Versuchen überhaupt nicht mehr zu bezweifeln ist, dass das Ammoniak für den normalen Nerven kein Reiz ist, wobei ich zum Ueberfluss noch hinzufügen kann, dass auch der undurchschnittene Nerv, der mit dem Rückenmarke noch zusammenhängt, sich darin nicht anders verhält, so entsteht nun eine andere Frage, ob es überhaupt Veränderungen in dem Nerven gebe, welche ihn befähigen, durch Berührung mit NH^3 in den erregten Zustand überzugehen.

Die Herren Wundt und Schelske behaupten, dass der Nerv durch Vertrocknen in einen solchen Zustand verfalle.

Auch hierüber habe ich eine grössere Reihe von Versuchen angestellt, welche mich indessen zu einem ganz anderen Resultat geführt haben. Ich hing je zwei Nervmuskelpräparate von demselben Frosche in der soeben geschilderten Weise unter Glasglocken auf, benetzte die Wände der letzteren inwendig gehörig mit Wasser und liess die Nerven allein in die freie Luft hervorragen, so dass sie der allmähligen Austrocknung unterlagen. In der Regel stellten sich hierauf ziemlich gleichzeitig in beiden Schenkeln nach 5 — 10 Minuten schwache Zuckungen ein, die allmählig in immer heftigere Convulsionen übergingen. In manchen Fällen sah ich aber auch die Zuckungen ausbleiben, und hier konnte ich dann sehr schön die Beobachtungen von Harless bestätigen, dass oft der allerge-

ringste mechanische Reiz, das Berühren mit einer Nadel, oder auch nur eine Erschütterung des Tisches genügte, um die eigenthümlichen Convulsionen hervorzurufen. Viele derartige Versuche überzeugten mich, dass zwei Präparate von demselben Frosche, welche auf demselben Tische neben einander standen, sich hinsichtlich der genannten Erscheinungen fast gleich verhielten. Ich wartete nun ab, bis in einem der Präparate die ersten Spuren der Zuckung auftraten, und näherte dann plötzlich dem Nerven des zweiten Schenkels ein Gefäss mit Ammoniak, welches ich so darunter setzte, dass nicht die Flüssigkeit, sondern nur die Dämpfe in dauernder Berührung mit dem Nerven blieben. Ausnahmslos blieben die Bewegungen in diesem Präparate ganz aus, während das andere in immer stärkere Zuckungen verfiel. Wurde später auch jener Nerv mit NH^3-Dämpfen behandelt, so hörten die Zuckungen fast augenblicklich auf. Nicht anders fielen die Versuche aus, wenn die Nerven gleich in die gesättigte Ammoniakflüssigkeit selbst eingetaucht wurden, nicht anders, wenn ich sie in die beliebig verdünnte Lösung senkte. Ich habe ferner dieselben Versuche angestellt, als mir der Zufall solche Präparate zuführte, in denen die Zuckungen erst durch einen bestimmbaren äusseren Einfluss erfolgten, und habe auch an diesen nur gesehen, dass NH^3 die Nerven rasch vernichtet, ohne Contractionen hervorzurufen. Demnach kann ich nur annehmen, dass die Herren Wundt und Schelske diejenigen Zuckungen, welche durch das Vertrocknen des Nerven an und für sich entstehen, für eine durch das NH^3 bedingte Erscheinung genommen haben. Höchst wahrscheinlich beruht ihre Angabe auf diesem Irrthum, denn sie erwähnen nichts, woraus sich entnehmen liesse, wie sie sich gegen diesen Einwand zu schützen suchten, der bei diesen Versuchen doch als die gefährlichste Klippe zu allererst berücksichtigt werden muss. Die Bemerkung von Harless, dass das NH^3 fast augenblicklich die durch Austrocknen des Nerven einmal eingeleiteten Bewegungen aufhebt, findet in dem Mitgetheilten ihre Bestätigung. – Die Herren Wundt und Schelske haben hingegen ganz richtig beobachtet, dass die Zuckungen wiederkehren,

wenn man den Nerven auch nach der Berührung mit den NH^3 Dämpfen wieder befeuchtet, und ihn dann von neuem austrocknen lässt. Hieraus geht zugleich hervor, dass die Dämpfe des NH^3 bei nicht zu langer Einwirkung keine völlige Zerstörung des Nerven herbeiführen. Die Hemmung der Bewegung muss darum anders gedeutet werden, als durch das bisher vermuthete rasche Absterben des Nerven. Vielleicht liegt hierin zugleich der Schlüssel zur Erklärung der auffallenden Unwirksamkeit des Ammoniaks als Nervenreiz.

Beim allmähligen Vertrocknen des Nerven an der Luft geht derselbe, wie gezeigt, nicht in einen Zustand über, in welchem er für NH^3 erregbar wird. Es schien mir von Interesse, auch andere Zustände des Nerven hierauf zu prüfen, und ich bediente mich zu dem Ende zunächst der Steigerung der Erregbarkeit an der negativen Elektrode des elektrotonischen Nerven. Der Nerv des stromprüfenden Froschschenkels wurde wie immer durch die Glasplatten gezogen, und nach dem Vorgange Pflüger's über zwei unpolarisirbare Elektroden einer constanten Kette gelegt. Den Strom wählte ich zuerst absteigend, constatirte mittelst einer zweiten Kette und des Rheochords die Erhöhung der Erregbarkeit auf der myopolaren Strecke und tauchte dann eine dicht an der negativen Elektrode geformte Schlinge des Nerven in ganz gesättigtes NH^3. Auch hier trat nie Zuckung ein, vielmehr zeigte sich der Nerv augenblicklich vernichtet, so dass erneuertes Schliessen der starken, aus 8 Grove'schen Elementen bestehenden constanten Kette ganz gleichgültig für die Muskeln blieb. Derselbe Versuch wurde an anderen Präparaten später auf der centropolaren Strecke bei aufsteigendem Strome angestellt, ganz mit demselben Erfolge.

Schliesslich habe ich nun auch noch solche Präparate untersucht, welche nach einfacher Durchschneidung des Nerven in Tetanus verfielen, wozu die kalte Jahreszeit hinreichend Gelegenheit bot. Wie jetzt allgemein bekannt, findet man diesen Zustand bei solchen Fröschen, welche nach längerem Aufenthalt in der Kälte plötzlich in die Zimmerwärme gebracht werden. Durchschneidung des Nerven ruft bei ihnen einen

länger dauernden Tetanus aller Muskeln hervor, nach dessen Beruhigung jeder neue Querschnitt oder überhaupt jeder beliebige andere Reiz wieder eine ganze Reihe von stürmischen Bewegungen auslöst. Nach der Beruhigung des ersten tetanischen Anfalls ist der Nerv so erregbar, dass die Präparate auf jede blosse Berührung mit Zuckung antworten, und an solchen Präparaten sieht man auch regelmässig die Zuckung ohne Metalle, sowie das Zucken auf den Reiz des eigenen Nervenstromes eintreten. An solchen Präparaten kann man nun in der That bisweilen Zuckungen durch Einwirkung von NH^3 auf den Nerven, und zwar auf diesen allein, eintreten sehen, denn es ist mir mehrere Male vorgekommen, dass solche Schenkel, nachdem der erste tetanische Anfall vorüber war, bei Berührung des Nervenquerschnittes mit Ammoniak von vielen verschiedenen Concentrationsgraden, leise Zuckungen in den Zehen, mitunter auch Zuckungen in allen Muskeln, zeigten. In sehr vielen Fällen blieb die Erscheinung aber auch aus, und ausnahmslos kann man den einmal im Gange befindlichen Tetanus, einerlei, ob er durch Reizung des Querschnitts mit dem NH^3 selbst, oder aus sonst irgend einer Ursache entstanden, durch die Einwirkung der NH^3 Dämpfe beruhigen, obgleich er dann später nicht selten von neuem wiederkehrt. Dass Eintauchen des Nerven in concentrirtes NH^3 die Convulsionen sofort und für immer aufhebt, kann nicht auffallen, da der Nerv sofort vernichtet wird.

Das letzterwähnte Verhalten des Nerven kann nun gewiss nicht so aufgefasst werden, dass dadurch das NH^3 für alle Male zum Nervenreiz zu stempeln sei, denn sonst müssten wir uns bequemen, alle Sätze der Nervenphysiologie einfach umzustossen. Wollten wir nach dem Verhalten an und für sich tetanischer Präparate schliessen, so wäre jede Berührung, auch die mit einem Glasstabe, jede Benetzung mit irgend welcher Flüssigkeit, als Nervenreiz aufzufassen, so müssten wir nicht mehr annehmen, dass ein rascher Querschnitt oder ein Inductionsschlag, sowie Schliessung und Oeffnung der Kette einfache Zuckungen, sondern dauernden Tetanus erzeugen. Bis zu einem

gewissen Grade würden diese Consequenzen auch auf den im Vertrocknen begriffenen Nerven passen.

Die Unwirksamkeit des Ammoniaks, eines chemisch so ausgezeichneten Körpers, lehrt uns auf's Neue, wie sehr unsere Vorstellungen über die Reize noch in der Kindheit sind. Wenn in einem neueren Compendium der Physiologie die „behauptete" Unwirksamkeit des NH^3 daraus erklärt wird, dass dasselbe besonders schwierig die Nervenhüllen durchdringe, so ist es wohl erlaubt, auf die Unwirksamkeit vom Querschnitte aus und auf die fast augenblickliche Vernichtung des Nerven beim Benetzen des natürlichen Längsschnittes nochmals aufmerksam zu machen. Ich habe einen Nerven mit NH^3 benetzt und gleich darauf sein centrales Ende mit den stärksten Inductionsschlägen vergeblich tetanisirt, um die Schenkelmuskeln zur Contraction zu bringen. Wenn das NH^3 von der Nasenschleimhaut, von der Zunge oder von Hautwunden aus die sensibeln Nerven erregt, so spricht dies eher für differente peripherische Endapparate jener Nerven, als für seine Eigenschaft als Nervenreiz. Jedoch mag hier gleich zugegeben werden, dass wirklich die empfindenden Nervenstämme chemischen Reizen gegenüber ein anderes Verhalten zeigen, als die motorischen, worüber bei einer anderen Gelegenheit ausführlich berichtet werden soll.

So sehr die Herren Wundt und Schelske in ihrer Auffassung über die Wirkung des NH^3 auf die Nerven von der meinigen abweichen, eben so sehr haben sie sich auch bemüht, meinen Angaben über den Einfluss dieses Körpers auf die Muskeln zu widersprechen. Offenbar ist es den Beobachtern in ihrem Eifer aber entgangen, dass sie damit selbst gerade den Satz bestätigen, welchen sie widerlegen wollten, das verschiedene Verhalten von Nerv und Muskel nämlich gegen denselben Körper. Die Herren Wundt und Schelske behaupten, das NH^3 wirkt wohl auf den Nerven, aber gar nicht erregend auf den Muskel. Kann man eine grössere Verschiedenheit begehren?

Ohne mich bei diesem psychologisch nicht uninteressanten Zwischenfall weiter aufzuhalten, sei es mir gestattet, auch auf

die Wirkung des NH^3 bei directer Reizung etwas näher einzugehen, denn ausser den Herren Wundt und Schelske ist ja auch noch Herr Funke zu gleicher Zeit zufrieden zu stellen. Die ersteren experimentirten wahrscheinlich nicht an dem Sartorius, wie ich vorgeschlagen, sondern am Gastroknemius und dem Tibialis, wenigstens erwähnen sie ihrer Beobachtungen am Sartorius nur ganz beiläufig. Ich brauche nicht von neuem auf den unzweckmässigen Bau der erstgenannten Muskeln aufmerksam zu machen, um so weniger, als ich die Vortheile des Sartorius bei Gelegenheit späterer Untersuchungen schon hinreichend hervorgehoben. Ist meine Vermuthung in Bezug auf die Methode richtig, so erklärt sich die Differenz allerdings hinreichend, welche zwischen den Herren Wundt und Schelske und mir eingetreten ist. Die Behauptung von Funke, dass der nach seiner Angabe senkrecht aufgehängte Unterschenkel durch Ammoniakdämpfe seine Lage nicht ändere, hat in dem Vorhergehenden schon ihre Erledigung gefunden. Merkwürdig bleibt es nur, dass Funke auch so wenig Erfolg gesehen, wenn er die Schenkel direct mit Ammoniak betupfte. Mir ist es ausnahmslos, namentlich beim Benetzen des Fusses mit NH^3, gelungen, den Schenkel sich sehr stark aufrichten zu sehen.

In meiner ersten Mittheilung über chemische Reizung habe ich behauptet, dass der Muskel sich im höchsten Grade empfindlich gegen Ammoniakdämpfe verhalte, dass er durch dieselben zu Zuckungen und zur tetanischen Verkürzung gebracht werden könne. Funke läugnet dies bis zu einem gewissen Grade, und nur mit Mühe kommt er von dem Wege ab, den die Herren Wundt und Schelske mit so vielem Erfolge betreten. Er setzt sich zunächst in solche Bedingungen, unter welchen er freilich kaum die Wirkung des Ammoniaks auf den Muskel kennen lernen konnte. Zuerst betupft er den nicht isolirten Sartorius mit Ammoniak und findet, dass der Schenkel keine beachtenswerthe Lagenveränderung dadurch eingeht. Ich kann bei dieser Gelegenheit empfehlen, den Nerven des noch am Oberschenkel haftenden Sartorius zu durchschneiden, oder den Muskel möglichst local schwach zu tetanisiren, worauf

man die Lageveränderung des auf einer Platte ruhenden Schenkels vielleicht auch unerwartet gering ausfallen sehen wird. Nach dem Betupfen des Muskels mit NH^3 beobachtet Funke denselben mit der Lupe und findet, dass er nichts von einem regulären Tetanus an sich habe, dass die Fasern geschlängelt seien, kurz, dass er ein unbefriedigendes Aussehen habe. Soll ich hiegegen abermals bemerken, dass die Methode verkehrt ist beim Studium der chemischen Reizung den Muskel mit den Lösungen zu bestreichen, oder ganz darin unterzutauchen? Muss ich erst daran erinnern, dass man in diesem Falle so handelt, als wenn man zum Studium der mechanischen Reizung den Muskel mit einem Hammerschlage zermalmt?

Um meine Angaben erklärlich zu finden, bekennt Funke schliesslich, dass er in der That den Sartorius habe isoliren und vom Querschnitt reizen müssen. Aber auch die heftigen Bewegungen, welche der Muskel nun bei Berührung mit den Dämpfen des Ammoniaks zeigte, machen ihm noch nicht den Eindruck des regulären Tetanus, denn der Muskel biegt sich dabei krumm, sogar meistens nach der der Hautseite zugewendeten Fläche. Wieviel diese Einwände bedeuten, hätte Funke leicht selbst sehen können, wenn er einmal versucht hätte, den frei aufgehängten Sartorius elektrisch zu tetanisiren. Verbindet man die Klemmpincette, an welcher der Muskel hängt, mit dem einen Ende der secundären Spirale eines Inductionsapparats, und lässt man das andere Ende der Rolle in ein Quecksilbernäpfchen tauchen, so kann man durch Berührung des Muskelquerschnitts mit dem Quecksilberspiegel denselben sehr leicht tetanisiren, und wird dann finden, dass er in der Regel sich nicht geradlinig verkürzt, sondern sehr häufig sich krümmt, so schön, wie man es bei der Behandlung mit NH^3-Dämpfen nur sehen kann. Der Muskel kann sich ebenso zu den seltsamsten Formen zusammenkrümmen, wenn man ihn auf einen feuchten Papierstreifen legt, der die Verbindung zwischen den Enden der Inductionsspirale herstellt. Dieser Charakter der Muskelbewegung bei der Reizung mit NH^3 zeigt also gar nichts so irreguläres, wie Funke meldet, und die Krümmung erfolgt durchaus nicht immer nach der Hautseite des Muskels, sie tritt

manchmal im entgegengesetzten Sinne ein, und kann auch ganz ausbleiben, so dass der Muskel sich geradlinig verkürzt. Uebrigens giebt Funke zu, dass der Muskel ausserdem doch auch wirkliche Zuckungen bei Behandlung mit NH^3 zeige, eine ruckweise Beschleunigung der Bewegung nämlich, und eine offenbare Zuckung, wenn man den Querschnitt mit der Flüssigkeit selbst berührt.

Sehen wir uns nach den Beweisen um, welche Funke giebt, dass Das, was er beobachtete, Zuckungen gewesen seien oder nicht, so finden wir nichts, weder für die von ihm behaupteten Zuckungen, noch für dasjenige, was ihm wie eine irreguläre Schrumpfung erschienen. Folgendes bin ich gesonnen, als Belege für meine Behauptungen anzuführen: Ich lege dem Sartorius den Nerven eines stromprüfenden Froschschenkels an, lasse den Schenkel auf den Glasplatten, wie oben, mit einer Glasglocke bedeckt ruhen, während der Muskel senkrecht herabhängt. Jedes Mal, wenn ich jetzt einen Hauch von Ammoniakdämpfen an den Muskel gelangen lasse, zuckt derselbe mehrere Male hintereinander und der Schenkel secundär mit. Obgleich es nicht gelingt, bei der dauernden Verkürzung, welche der Muskel durch stärkere Einwirkung des Ammoniaks eingeht, secundären Tetanus zu erhalten, so muss ich doch auch diesen Theil der Erscheinung, als eine dem Muskel, der contractilen Substanz, eigenthümliche Bewegung bezeichnen. Die von Funke für eine Schrumpfung gehaltene Verkürzung verschwindet nach einiger Zeit wieder und kann durch NH^3-Dämpfe von neuem erzeugt werden. Ferner tritt sie nicht ein bei einem nicht mehr erregbaren Muskel, weder bei einem solchen, der noch nicht starr und darum noch alkalisch ist, noch bei einem starren Muskel. Man kann einen frei aufgehängten Sartorius durch Inductionsschläge zu Tode tetanisiren, bis er auf die stärksten Ströme nicht mehr reagirt. Zur selben Zeit hört er dann auch auf, irgend welche Formveränderung durch NH^3-Dämpfe zu erleiden. Häufig behält der Muskel nach dieser Misshandlung noch einige beschränkte Stellen, wo noch eine Spur von Zuckungen sich zeigt, genau diese Stellen run-

zeln sich dann unter der Einwirkung des dampfförmigen Ammoniaks.

Trotz dieser Thatsachen, deren Aufsuchung für Funke vielleicht noch näher lag als für mich, meint derselbe, die starke Verkürzung des Muskels rühre in diesem Falle von einer Schrumpfung des Sarkolemms her. Ueber diesen Punkt kann selbstverständlich nicht gestritten werden, wenn Funke findet, dass das Sarkolemm sich dem, was Andere den contractilen Inhalt nennen, so ähnlich verhält, oder wenn er das, was Andere als eine Eigenschaft jenes contractilen Inhalts ansehen, für diesen läugnet, aber dafür dem Sarkolemm aufbürdet. Die Lehre vom quergestreiften Sarkolemm, welche Funke vertheidigt,[1]) erhält dadurch eine ganz annehmbare Zugabe; die contractile Substanz erwartet nur noch, dass man sie zum intramuscularen Nerven mache, oder zu der als Zwischenglied dienenden Ganglienzelle,[2]) dann sind wir mit dem neuen Muskel fertig, der als Sarkolemm darüber gestülpt ist.

Der Umstand, dass bei der dauernden Verkürzung des Muskels durch NH^3-Dämpfe kein secundärer Tetanus zu erzielen ist, kann aus mehrfachen Gründen nichts in dieser Frage entscheiden. Es ist erstens nicht unwahrscheinlich, dass manche chemische Erreger wirkliche dauernde Contractionen hervorrufen gegenüber unseren anderen Methoden, durch welche wir stets nur einen unterbrochenen Tetanus bewirken, auf welchen allein die Möglichkeit des secundären Tetanus beruht, und zweitens wissen wir nicht, ob die einzelnen Zuckungen, aus welchen sich möglicher Weise der Ammoniaktetanus zusammensetzt, mächtig genug sind, ob die sie begleitende negative Schwankung des Muskelstroms überhaupt ausreicht, um den anliegenden Nerven in Erregung zu versetzen. Dass elektrisches Tetanisiren in allen Fällen auch bei dem Sartorius einen Tetanus erzeugt, der secundären Tetanus hervorzubringen vermag, habe ich allerdings durch den Versuch selbst bestätigt gefunden, sowohl bei der Reizung des Nerven, wie

1) Funke. Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. S. 515.
2) Funke a. a. O. Ueber Urari u. a. Gifte. S. 21.

bei directer localer Reizung eines Endes des Muskels mit dem Minimum der Stromstärke. Dies Alles nöthigt jedoch nicht im mindesten zu der Annahme, dass die dauernde Verkürzung, welche Ammoniakdämpfe bewirken, keine wirkliche Reaction der contractilen Substanz sei, da die Erscheinung gleichen Schritt hält mit dem Grade ihrer Erregbarkeit gegen andere Reizmittel. Der begünstigende Einfluss, den die Gegenwart eines Querschnittes dabei hat, ist ausserdem unverkennbar, obgleich auch der unverletzte Muskel, jedoch viel schwieriger und schwächer auf die Dämpfe des Ammoniaks reagirt. Ueberdies mag in der chemischen Reizung vielleicht das einzige Mittel liegen, einen wahren Tetanus zu erzeugen, wenn man darunter eine ununterbrochene, dauernde Verkürzung versteht.

Die Herren Wundt und Schelske, zu denen ich jetzt zurückkehre, finden die Erscheinung gleichbedeutend mit der Schrumpfung, welche Haut und Bindegewebe durch Ammoniakdämpfe erfahren. Ich will mich nicht auf die Frage einlassen, in wie weit solche Erscheinungen durch die in der Haut und dem subcutanen Bindegewebe enthaltenen Muskeln ihre Ursache haben könnten; ich empfehle nur einen Streifen Froschhaut von der Form des Sartorius neben diesen Muskel zu hängen und beide Präparate mit Ammoniakdämpfen zu behandeln. Dies jedoch nur für Freunde von lebhaften Contrasten! Die Angabe der Herren Wundt und Schelske, dass der Muskel bei der ersten Einwirkung der NH^3-Dämpfe keine Reaction zeige, stützt sich vielleicht mehr auf die Beobachtung von Hautstreifen, als der Muskeln, ich bin darum genöthigt, auch hierüber noch einiges Thatsächliche beizubringen.

In früheren Versuchen fand ich es hinreichend, die Nase über den Muskel zu bringen, um mich vom Gegentheil zu überzeugen. Die Beobachtung mittelst der Augen gilt mit Recht oder Unrecht für objectiver, und darum seien hier folgende Versuche aufgeführt: Ich hing den Sartorius, wie immer, an seinem unteren sehnigen Ende mittelst einer Klemmpincette auf, versah ihn am oberen herabhängenden Ende mit einem Querschnitte, und brachte so nahe als möglich neben diesen einen durch einen Stativ gehaltenen Glasstab, an welchem ein

Tropfen concentrirter Salzsäure hing. Jetzt näherte ich von unten her gegen den Muskel ein mit NH^3 gefülltes Gefäss. In dem Augenblicke, wo von dem Glasstabe ein feiner streifenförmiger Salmiaknebel herniederfiel, zuckte auch der Muskel. Bei einem zweiten Muskel stellte ich den Glasstab etwas höher, etwa in die Höhe des Hilus, und näherte mich auch hier allmählig von unten her mit dem NH^3. Diesmal zuckte der Muskel eine bemerkbare Zeit früher, als die Salmiaknebel an dem Glasstabe sichtbar wurden. Ich denke, diese Versuche zeigen deutlich genug, dass der Muskel auch bei kurzer Annäherung der NH^3-Dämpfe reagirt.

Soviel über die Wirkung des Ammoniaks, von dem ich nur nochmals angeben kann, **dass es kein Nervenreiz, aber ein starker Muskelreiz ist.**

Die Wirkung der Metallsalze. Nach den Herren Wundt und Schelske sollen die Salze der schweren Metalle ($Fe Cl^3$, $Zn Cl$, $Zn O SO^3$, $Hg Cl$, $Ag O NO^5$, $Pb O Ac$) hinlänglich concentrirt vom Nerven aus Tetanus hervorrufen, meistens aber erst nach Einwirkung von 3—5 Minuten. Die Angabe ist neuerdings für das $Pb O Ac$, $FeCl^3$ und $ZnOSO^3$ von den Herren Eulenburg und Ehrenhaus bestätigt, denen die Letzteren noch das $Fe O SO^3$ und das $HgONO^5$ ebenfalls als Nervenreize hinzufügen.

Wenn ich in meiner ersten Mittheilung über chemische Reizung von der Unwirksamkeit der Metallsalze sprach und, zum Theil wenigstens, die älteren Beobachtungen Eckhard's bestätigte, so übernahm ich damit selbstverständlich keine Garantie für sämmtliche existirenden Salze der Metalle, ich glaube vielmehr ziemlich deutlich meine Abneigung gegen die Verallgemeinerung der Resultate Eckhard's ausgesprochen zu haben, indem ich die Wirksamkeit des $AgO NO^5$ besprach, welche ich auf einen ganz anderen Grund als Eckhard zurückzuführen suchte. Ich habe ferner ausdrücklich erwähnt, dass ich nur über das Verhalten des $Cu O SO^3$ genauere Untersuchungen angestellt, bei welchen allein ich eine Bestimmung des zur Wirksamkeit nothwendigen Procentgehaltes vornahm. Um so erfreulicher ist es daher, dass nach-

träglich durch die Herren Eulenburg und Ehrenhaus das Verhalten des PbOAc und des $FeCl^3$ genauer studirt worden ist, über welche ich früher nur unzulängliche Resultate anführen konnte.

Auf Veranlassung der genannten neueren Mittheilungen über die Wirkung der Metallsalze, bin ich bemüht gewesen, ebenfalls durch neuere Beobachtung einen thatsächlichen Beitrag zur comparativen chemischen Reizung der Muskeln und Nerven zu liefern. Die Aufforderung hierzu lag theils mit darin, dass die Herrn Wundt und Schelske gar keine Untersuchungen über den Procentgehalt angestellt haben, sondern nur bei den ganz gesättigten Lösungen stehen geblieben zu sein scheinen, theils darin, dass die Herren Eulenburg und Ehrenhaus keine Beobachtungen über den Einfluss der Metallsalze auf die Muskeln mitgetheilt haben.

Die Lösungen der meisten Metallsalze wirken, wie schon gesagt, erregend auf den Nerven erst nach längerer Berührung, nach 3—5 und sogar 10 Minuten. Aus diesem Umstande erwächst für die Anstellung der Versuche eine Vorsichtsmassregel, welche nie vernachlässigt werden darf, wenn dieselben entscheidend sein sollen. Der Nerv muss nämlich vor dem Vertrocknen während dieser Zeit geschützt bleiben, entweder so, dass man ihn mit seiner ganzen Länge in die Lösungen einsenkt oder so, dass man ihn nur zum Theil eintaucht und das ganze Präparat in einen mit Wasserdämpfen gesättigten Raum bringt. Das Letztere ist vorzuziehen, deshalb, weil der Nerv, wenn er nur zum Theil eingetaucht ist, zu einem Gegenversuche dienen kann, durch welchen der Beweis geführt werden muss, dass die entstandenen Zuckungen auch wirklich in einer Erregung der benetzten Strecken ihren Grund hatten. Die Zuckungen müssen in diesem Falle augenblicklich aufhören, wenn man den Nerven einige Millimeter über dem Flüssigkeitsspiegel abschneidet. Ohne Beobachtung dieser Vorsichtsmassregeln mache ich mich anheischig, Zuckungen mit jeder concentrirten Metallsalzlösung zu erhalten, namentlich wenn die Lösungen in einem Schälchen oder Uhrglase enthalten sind, dessen Wände der Nerv berührt. Nach einiger Zeit

steigt in diesem Falle die Flüssigkeit zwischen dem Nerven und dem Glase in die Höhe, und setzt auf dem ersteren Krystalle ab, wodurch derselbe in eine feste, hygroskopische Substanz eingebettet wird. Da man weiss, dass feiner Sand, Glaspulver oder Filtrirpapier, kurz die allerindifferentesten Dinge, in welche der Nerv nur allmählig Wasser abgeben kann, unter solchen Bedingungen als Reize wirken können, so wird man in dieser Weise angestellten Versuchen wenig Beweiskraft beilegen können. Ein ähnlicher Uebelstand kann eintreten, wenn der Nerv bis hart an den Muskel eingetaucht ist, wobei man sich ausserordentlich vor dem Emporklettern der Flüssigkeit an den Muskel selbst zu hüten hat. Ist der Nerv nur zum Theil eingetaucht, und das Präparat aber sonst nicht vor Vertrocknung geschützt, so kann die nicht benetzte Nervenstrecke durch blosses Austrocknen zum Reiz für den Muskel werden, ein Fall, der häufig genug eintritt, wofür das Bestehenbleiben der Zuckungen nach dem Durchschneiden des Nerven den Beweis liefert. Wer die Versuche mit den Lösungen der Metallsalze noch nicht im feuchten Raume angestellt hat, wird über das lange Ausbleiben der Zuckungen und über die Unsicherheit der Erfolge gewiss sehr erstaunt sein: der Unterschied in den Erscheinungen, je nach der mehr oder minder vorsichtigen Art des Experimentirens, ist hier so gross, dass man mit vollem Rechte den wenigsten Versuchen, welche bisher über die Metallsalze angestellt worden, eine wirkliche Beweiskraft zusprechen darf. Schliesslich ist für die Versuche mit concentrirten Salzlösungen noch zu erwähnen, dass der Nerv nicht rasch auf die Flüssigkeit mit verschiedenen Punkten seiner Oberfläche herabfallen darf, denn in diesem Falle entsteht eine Zuckung durch den Reiz des eigenen Nervenstroms, grade wie wenn man ihn auf die Oberfläche von Quecksilber fallen lässt. Etwas Aehnliches tritt wenigstens bei den gesättigten Lösungen, auf welchen der Nerv schwimmt, sehr leicht ein und nur das Ausbleiben der Zuckung nach plötzlicher Benetzung des Querschnitts, sowie rasches Eintauchen mit Hülfe eines angehängten Glashakens sichert gegen die angeführten Täuschungen.

Nach diesen Vorbemerkungen mögen hier jetzt die Versuche selbst folgen.

1. Schwefelsaures Kupferoxyd. Die völlig gesättigten Lösungen dieses Salzes wirken nie erregend auf den normalen Nerven, derselbe stirbt darin ab ohne vorhergehende Zuckung. Der Erfolg ist derselbe, wenn eine Lösung von beliebiger Concentration angewendet wird. Zuckungen können nur eintreten, wenn bei dem Versuche die vorhergenannten Vorsichtsmassregeln ausser Acht gelassen werden.

Vom Muskelquerschnitt aus erzeugt die Lösung in allen Concentrationsgraden, bis zu einem Gehalte von 4pCt. hinab starke Zuckungen. Die Behauptung der Herren Wundt und Schelske, dass dies Salz vom Nerven aus erregend wirke, kann nur durch die mangelhafte Ausführung ihrer Versuche oder durch die Benutzung an und für sich tetanischer Präparate erklärt werden. Bei den letzteren, von welchen bei Gelegenheit der Versuche mit dem Ammoniak ausführlicher die Rede war, erzeugt in der That jede Salzlösung Zuckungen, die aber nicht erst nach vielen Minuten eintreten, sondern in der Regel augenblicklich nach der ersten Berührung des Querschnittes.

2. Schwefelsaures Eisenoxydul. Die Lösung dieses Salzes verhält sich zum Nerven gerade so, wie die vorhergehende; sie wirkt in keinem Concentrationsgrade erregend. Wird der Versuch nicht im feuchten Raum angestellt, so treten die Zuckungen fast ausnahmslos, viel leichter als mit der Lösung des Kupfervitriols ein. Vielleicht erklärt sich hieraus das abweichende Resultat der Herren Eulenburg und Ehrenhaus.

Vom Querschnitt des Sartorius erzeugt die Lösung des Eisenvitriols in allen Concentrationsgraden bis zu einem Gehalte von 3 und 2pCt. starke Zuckungen. Es muss hierzu bemerkt werden, dass der angewandte Vitriol chemisch rein war, und durch wiederholtes Auswaschen mit Alkohol von jeder Spur freier Säure befreit war. Auch enthielt er kein Oxyd. — Der Eisenvitriol ist also ein heftiger Reiz für den Muskel, obgleich er keine erregende Wirkung für den Nerven besitzt.

Die letztere Thatsache scheint schon Eckhard gekannt zu haben.

3. Eisenchlorid bewirkt unter allen Umständen vom Nerven aus Zuckungen, wenn die Lösung nicht verdünnter ist als bis zu 30 und 20 pCt. Vom Muskel aus erzeugt dasselbe in allen Concentrationsgraden Zuckung bis zu einer Verdünnung von 10 Theilen Wasser mit 0,1 Theilen der ganz gesättigten Auflösungen. Wird dieselbe Menge des Salzes mit 15 Theilen Wasser verdünnt, so erhält man eine Flüssigkeit, welche vom Muskelquerschnitt aus nicht mehr wirkt.

4. Schwefelsaures Zinkoxyd ist, wie die Herren Wundt, Schelske, Eulenburg und Ehrenhaus richtig angeben, ein Reiz für den Nerven. Die Zuckungen beginnen, namentlich in ganz concentrirten Lösungen, häufig sogleich nach dem Eintauchen und dauern längere Zeit fort. Ich fand die Lösung des Salzes bisweilen noch wirksam bei einem Gehalte von 20 pCt., verdünntere Lösungen gaben mir negative Resultate. Auf den Muskelquerschnitt angewandt, erzeugt die Lösung des Zinkvitriols in allen Concentrationen Zuckung bis zu einem Gehalte von 1 pCt.

5. Chlorzink scheint von allen Metallsalzen am heftigsten auf den Nerven zu wirken. Eine dicke, syrupöse Lösung, so wie alle einigermassen concentrirte Lösungen erzeugen schon vom Querschnitt des Nerven aus heftige Zuckungen. Mit fortschreitender Verdünnung treten dieselben immer später ein, jedoch wirken Lösungen von 5 pCt. noch immer erregend. Auch bei einem Gehalte von 4 und 3 pCt. können bisweilen noch Zuckungen vom Nerven aus erhalten werden.

Vom Muskelquerschnitt aus wirkt gerade die dicke, syrupöse Lösung am wenigsten, so dass bei der ersten Berührung die Zuckungen häufig ausbleiben, nach längerer Einwirkung folgen aber immer einzelne Contractionen. In etwas geringerer Concentration erzeugt das Chlorzink jedoch ausnahmslos schon bei der flüchtigsten Berührung starke Zuckungen in dem Sartorius, selbst die Lösung von 1 pCt. steht darin den concentrirteren nicht nach. Bei weiterer Verdünnung wird sie auch für den Muskel unwirksam.

6. Neutrales essigsaures Bleioxyd. Nur die ganz concentrirte, völlig gesättigte Lösung dieses Salzes erzeugt Zuckungen vom Nerven aus, die jedoch gar nicht selten ausbleiben. In meinen Versuchen dauerte es in der Regel 8—10, ja 15 Minuten, bis die von den Herren Eulenburg und Ehrenhaus geschilderten Contractionen eintraten. Die günstige Wirkung eines neuen, an dem eingetauchten Theile des Nerven angelegten Querschnitts habe ich bestätigen können.

Wie die bisher genannten Salze, wirkt auch das essigsaure Bleioxyd vom Muskel aus bei directer Reizung sehr stark. Als unterste Concentrationsgrenze fand ich den Gehalt von 4 und 5pCt.

7. Basisch essigsaures Bleioxyd — erhalten durch Sieden des vorigen Salzes mit Bleiglätte — wirkt ebenfalls nur in ganz gesättigter Lösung vom Nerven aus, aber auch nicht ohne Ausnahme. Lösungen, welche nur 10pCt. des krystallisirten Salzes enthalten, erzeugen niemals Zuckung nach Application auf den Nerven. In dieser Verdünnung ist die Flüssigkeit aber auch ein Muskelreiz, und selbst bei einem Gehalte von 2,5pCt. kann man noch Zuckungen bei Berührung des Muskelquerschnitts erhalten. Ganz sicher wirkt jedoch selbst hier nur eine Auflösung von 5pCt.

8. Salpetersaures Quecksilberoxydul. Die Angabe der Herren Eulenburg und Ehrenhaus, dass dieses Salz zu den Nervenreizen gehört, kann ich bestätigen. Selbstverständlich wirkt die Lösung auch noch in grosser Verdünnung auf den Muskel. Quantitative Bestimmungen schienen mir hier nicht am Platze, da die Lösung basisches Salz nach dem Verdünnen ausscheidet. Der officinelle Zusatz von Salpetersäure kann natürlich bei solchen Versuchen, um welche es sich hier handelt, nicht benutzt werden.

9. Quecksilberchlorid wirkt niemals erregend vom Nerven aus, trotz der Herren Wundt und Schelske. Wie man zu diesem Irrthum hat kommen können, verstehe ich nicht, es sei denn, dass eine übersättigte Lösung angewendet worden, die im vollen Krystallisiren begriffen war. Taucht man einen Nerven in eine bei 15° völlig gesättigte Sublimatlösung ein,

so stirbt derselbe sehr rasch ab, aber stets ohne begleitende Zuckungen der Muskeln. So wenig wie die gesättigte Lösung wirken auch alle beliebig verdünnten. Die Behauptung, dass der Sublimat auf den Muskel nicht wirke, ist theilweise richtig, denn seine Lösung erzeugt keine Zuckung bei der ersten Berührung mit dem Sartorius. Lässt man jedoch die Berührung etwas länger fortdauern, so treten einzelne Zuckungen ein, welche sich bedeutend verstärken, wenn die Flüssigkeit den Muskel auch an einem Theile seiner Oberfläche erreicht.

Nach dieser kurzen Mittheilung über die Wirkung einzelner Metallsalze muss ich nochmals auf die zuvor angedeuteten Missgriffe aufmerksam machen, durch welche die Uneinigkeit erklärlich werden kann, welche jetzt über diesen Gegenstand herrscht. Ein Theil der Salze wirkt zwar erregend auf die motorischen Nerven, ihr Einfluss ist aber ein sehr geringer und langsamer, so dass man sehr zufrieden sein kann, wenn man überhaupt eine Bewegung zu sehen bekommt. Derjenige, welcher die Zuckungen z. B. mit dem essigsauren Bleioxyde oder dem Zinkvitriol zeigen sollte, würde sicher in grosse Verlegenheit gerathen, wenn er den Versuch im feuchten Raume anstellt. Man muss bei dieser Form des Versuchs sehr lange warten und beständig aufmerken, um die schwachen Bewegungen nicht zu übersehen. Die von Funke vorgeschlagene Weise der Aufhängung des Schenkels ist hier vor Allem zu empfehlen. Trotz der schwachen Wirkung vom Nerven aus wirken aber alle Metallsalze, wie es scheint, sehr heftig vom Muskelquerschnitt. Der Erfolg ist sehr verschieden. Hier tritt die Zuckung augenblicklich nach der flüchtigsten Berührung in allen Fasern zugleich ein, während bei der indirecten Reizung eine lange Zeit bis zum Beginn der Bewegungen verstreicht, und nach und nach in den verschiedenen Fasern auftreten. Der Unterschied der zur Reizung nothwendigen Concentrationen für die directe und indirecte Reizung ist ferner so gross, dass die Herren Wundt und Schelske vielleicht nicht ohne Absicht gerade bei den Metallsalzen überhaupt nichts davon erwähnen. Schliesslich mag denn auch nochmals hervorgehoben werden, dass einige Salze, wie der Kupfer- und

Eisenvitriol, überhaupt gar nicht erregend auf den normalen Nerven wirken, obgleich sie natürlich bei tetanischen Präparaten das unterbrochene Spiel der Muskeln wieder in's Werk setzen können.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, in Kurzem einiger organischen Körper zu erwähnen, da die Herren Wundt und Schelske auch auf diesem Gebiete nicht Das haben sehen können, was ich angegeben.

Glycerin soll nach ihrer Angabe weder auf den Nerven noch auf den Muskel wirken. Ich kann darauf nur erwidern, dass ich es sehr bedaure, wenn die Herren Wundt und Schelske das Gegentheil nicht haben sehen können, dass ich aber trotzdem auch das Glycerin so anzuwenden weiss, dass keine Zuckung damit erreicht wird. Zu dem Ende braucht man nur den Nerven in verdünntes Glycerin, und den Muskel mit seinem äussersten Querschnitte in concentrirtes zu tauchen — dann hat man, was man begehrt. Was ich früher über die Wirkung des Glycerins mitgetheilt, kann ich nach zahlreichen und häufig öffentlich gezeigten Versuchen heute wiederholen. Nichts auf der Welt ist leichter, als durch concentrirtes Glycerin vom Nerven aus den heftigsten Tetanus zu erzeugen, nichts leichter als bei directer Reizung mit verdünntem Glycerin den Muskel zucken zu sehen. Im Uebrigen habe ich bei anderen Gelegenheiten schon genauere Mittheilungen über das Glycerin als Reiz für den Muskel und den intramuscularen Nerven gemacht, so dass ich hier nicht weiter darauf zurückzukommen brauche. Die Herren Wundt und Schelske mögen die Versuche genau so wiederholen, wie sie dieselben in meinen Arbeiten beschrieben finden, um richtigere Ansichten darüber zu bekommen. Ich meines Theils bin, wie gesagt, bereit, Jedermann durch das Experiment selbst von der Richtigkeit meiner Angaben zu überzeugen.

Alkohol erzeugt vom Nerven aus Zuckungen, wenn er wasserfrei ist. Die Zuckungen sind sehr heftig und beginnen sogleich. Wird der absolute Alkohol mit Wasser versetzt, so verliert er fast alle Wirkung. Ein Gemisch von 1 Vol. ab-

solutem Alkohol und 1 Vol. Wasser erregt den Nerven überhaupt nicht mehr, obwohl er sehr rasch darin abstirbt.[1])

Vom Muskelquerschnitt aus wirkt selbst der absolute Alkohol sehr schwach. Die Zuckung tritt in der Regel erst ein nach längerer Berührung, oder beim Eintauchen grösserer Strecken. Es scheint, als wenn der verdünntere Alkohol etwas rascher wirkt. Die genannte Verdünnung mit gleichen Raumtheilen Wasser ist übrigens für den Muskel auch ohne Wirkung.

Ich könnte schliesslich nun noch neuere Versuche über die Wirkung des Kreosots anführen, mit dem die Herren Wundt und Schelske auch experimentirt haben. Die Unvollkommenheit ihrer Mittheilungen, aus denen man nicht sieht, ob sie die meinigen bestätigen oder nicht, veranlasst mich jedoch, hiervon abzusehen, da ich ohne besonderen Zwang einmal Gesagtes nicht wiederholen will.

Der lebhafte Widerspruch, welchen die Lehre von der Muskelirritabilität nach ihrer neueren Begründung bei Einigen gefunden hat, erheischt ein nochmaliges Eingehen auf den Werth und die Beweiskraft der neu gefundenen Thatsachen. Wenn man den Gang wissenschaftlicher Streitfragen beobachtet, so findet man, dass es eine der grössten Seltenheiten ist, dass die eine oder die andere der dabei betheiligten Persönlichkeiten von einer einmal gefassten Ueberzeugung abkommt. Aus diesem Grunde beanspruchte ich mit dieser Mittheilung nicht, meinen Gegnern einen Beweis von der Berechtigung meiner Auffassung zu liefern, sondern ich wünschte vielmehr nur denjenigen, welche dem Gegenstande näher stehen, die Ueberzeugung zu verschaffen, dass ich meine Kräfte gewissenhaft angewandt, um das, was die Natur hier bietet, richtig zu beob-

1) Mit diesem Gemische kann man eine eigenthümliche Erscheinung beobachten. Taucht man den Nerven hinein und zieht man ihn dann wieder heraus, so entsteht häufig ein äusserst heftiger Tetanus, der sofort aufhört, wenn man den Nerven wieder in die Flüssigkeit bringt. Man kann das mehrere Male wiederholen.

achten, und die Beobachtungen vorurtheilsfrei zu Schlüssen zu verwerthen.

Der von mir hingestellte Satz, dass einige chemische Körper nur erregend auf den Muskel, nicht auf den Nerven wirken, andere nur umgekehrt, konnte von meiner Seite auch diesmal nicht anders begründet werden, als es geschehen ist. Wenn die Herren Wundt und Schelske einfach behaupten, dem sei nicht so, so glaube ich dem entgegen gezeigt zu haben, dass sie selbst auf dasselbe Resultat hinauskommen. In einem Falle, nämlich für das Quecksilberchlorid, geben sie es selbst zu mit dem Bemerken, dass dort eine andere Erklärungsweise nahe liege. Welcher Art diese Erklärung sei, davon sagen sie kein Wort. Uebrigens ist das auch vollkommen gleichgültig, denn es handelt sich hier vor der Hand um gar keine Erklärung, sondern um ein Factum.

Wie oben bemerkt, kann ich mit der Art und Weise, wie die Herren Wundt und Schelske zu demselben Resultate kommen, wie ich, nämlich mit der Behauptung, dass NH^3 und HgCl nur vom Nerven, nicht vom Muskel aus wirken, nicht übereinstimmen. Streichen wir darum diese Versuche ganz, so muss ich dennoch jede Berechtigung zum Widerspruche läugnen, so lange derselbe sich nicht auf eine Widerlegung aller von mir aufgeführten Thatsachen stützt. So habe ich nachgewiesen, dass das Kalkwasser niemals erregend auf den Nerven wirke, vom Muskelquerschnitt aber heftige Zuckungen erzeuge, was ich auch heute von neuem nach neuen Versuchen bestätigen kann. Trotzdem diese eine Thatsache allein schon genügen würde, um den aufgestellten Satz zu berechtigen, hat sich Niemand die Mühe gegeben, den Versuch zu wiederholen. Wenn es nicht ein sinnloses Hin- und Herprobiren wäre, alle möglichen chemischen Körper vergleichend auf Nerven und Muskeln anzuwenden, so liesse sich gewiss sehr bald der Nachweis führen, dass die Zahl der ähnlich wirkenden Körper ausserordentlich gross sei. Der Muskelquerschnitt verhält sich gegen die schwächsten chemischen Reagentien so erstaunlich empfindlich im Vergleiche zum Nerven, dass man versucht sein könnte, die eintretende Zuckung aus der blossen Berührung mit der

Flüssigkeit herzuleiten, wenn es nicht einige Körper gäbe, welche wirklich ohne Erfolg sind. Das Blut oder das Blutserum jedes beliebigen Thieres erzeugt ausnahmslos vom Querschnitt des Sartorius eine heftige Zuckung. Selbst das Blut des Frosches zeigt diese Wirkung, sowohl vor, wie während und nach der Gerinnung. Ausnahmslos tritt auch die Zuckung ein, wenn man das Serum des Frosches gegen die am Querschnitt zu Tage liegende contractile Substanz führt. Aus diesem Umstande erklärt es sich, warum ein Muskel so rasch untauglich zu den Versuchen wird, wenn er am Querschnitte bei der Präparation mit Blut verunreinigt worden ist, oder wenn er überhaupt auf einer blutigen Fläche gelegen. — Man mag sich bemühen eine ähnliche Wirkung vom Nerven aus zu erzielen. Der Muskel rührt sich nicht, wenn man seine Nerven so lange, als man will, in Blut oder in Serum taucht.

Was nun den Werth der vorliegenden Thatsachen für die Irritabilitätsfrage betrifft, so hat mich namentlich Funke vollkommen missverstanden, indem er meint und mir darin beizustimmen glaubt, dass die selbständige Reizbarkeit der Muskelfaser zugleich mit der Begründung des aufgestellten Satzes erwiesen sei. Dieser Meinung bin ich nie gewesen, ich glaube vielmehr durch neuere Thatsachen nur erwiesen zu haben, dass die Ansicht, es wirkten alle Reize ganz gleich auf den Nerven, wie auf den Muskel, nicht richtig sei. Die Bedeutung dieses Umstandes für die Irritabilitätsfrage liegt nur darin, dass damit gerade die Stützen fallen, welche bisher der extremen neuristischen Ansicht allein zum Halte dienten. Ich wüsste in der That nichts, was zur Aufstellung der Nichtexistenz der Muskelirritabilität berechtigen könnte, als dieses. Wäre es richtig, dass alle Reize ganz gleich vom Nerven wie vom Muskel aus wirken, so könnte man sich allerdings zum Läugnen der Irritabilität versucht fühlen, und zwar deshalb, weil Muskel und Nerv in vielen Dingen, bisher wenigstens, als sehr verschieden gegolten. Wirkten die Reize auf den so verschiedenen Muskel genau so wie auf den Nerven, so konnte man annehmen, dass sie nur auf den intramuscularen Nerven wirkten, ohne dass der Muskel selbst dabei betheiligt sei. — Nur

aus diesem Grunde haben die genannten Thatsachen hier eine Bedeutung, einen Beweis für die Irritabilität schliessen sie nicht in sich, da noch eingewandt werden kann, dass der Nerv an seinem peripherischen Ende sich anders verhalte, als in den Stämmen.

Wie Funke ferner hat meinen können, dass ich durch die chemischen Reizversuche an den mit Curare vergifteten Muskeln einen Beweis für die Irritabilität habe geben wollen, verstehe ich nicht, da ich ausdrücklich von Anfang an bemerkt, dass mir der Beweis für die prätendirte Wirkungsweise dieses Giftes zu fehlen scheine. Funke wird es mir aber trotzdem nicht verdenken, dass ich meine Versuche auch auf die vergifteten Muskeln ausdehnte, da nur eben durch Versuche an den Muskeln selbst die Frage über die räthselhafte Wirkung des Pfeilgiftes gelöst werden kann. Jedenfalls bleiben die Resultate vorläufig als Facta stehen, einerlei, ob sie bis jetzt von Werth sind oder nicht. Uebrigens täuscht sich Funke, wenn er berichtet, ich gebe ihm jetzt zu, dass er etwas Neues zum Verständniss der Curare-Wirkung beigetragen. Ich habe ihm in dieser Angelegenheit nie etwas bestritten, konnte ihm also auch später nichts zugeben.

Was lässt sich nun Thatsächliches für die Irritabilitätslehre anführen? Das verschiedene Verhalten von Muskel und Nerven hat nur negativen Werth, obgleich man sich dabei eines nicht ganz berechtigten Sprunges schuldig macht, indem man annimmt, dass der Nerv auf verschiedenen Theilen seiner Bahn grössere Unterschiede zeige, als die zwischen der leitenden und contractilen Faser vorauszusetzenden. Näher liegt es jedenfalls, die Ursache der Verschiedenheit in dem Nerven einerseits und dem Muskel andererseits zu suchen. Sehen wir von dieser Frage ganz ab, so bleibt noch eine lange Reihe von anderen Thatsachen übrig, welche unabweislich zur Sicherung der Irritabilitätslehre führen.

1. Die Zuckungen des Muskels bei directer Reizung, während der Lähmung des Nerven durch den aufsteigenden constanten Strom.

Auch hiergegen hat Funke Bedenken, von denen er aber selbst zugiebt, dass sie nicht auf einem Factum fussen. Er stellt sich nämlich vor, dass der Anelektrotonus dem Nerven vielleicht nicht die Reizbarkeit, sondern nur die Leitung raube, und dass deshalb ein Reiz an seiner äussersten Peripherie noch wirken könne, während er mehr nach dem Centrum zu, z. B. auf einer extramuscularen Strecke, ohne Wirkung sei. Der besondere Unterschied, welchen sich Funke dabei zwischen einem chemischen und einem anderen Reize denkt, ist mir nicht recht klar geworden. Das Missliche einer Vorstellung, welche ohne allen thatsächlichen Boden ist, einer beliebig aus der Luft gegriffenen Hypothese, zeigt sich hier überraschend deutlich. Welche Berechtigung giebt es, im Nerven eine Reizbarkeit von der Leitung zu trennen? Was kennen wir Anderes am Nerven, als seine Leitung? Wenn wir einen Nerven als gereizt betrachten, so thun wir es doch nur deshalb, weil er einen beliebigen Anstoss fortgeleitet hat, sei es an den Muskel, sei es an das Rückenmark oder an den Multiplicator. — In unserem Falle ist es jedoch unnütz, hierüber zu rechten, da Facta vorliegen, welche beweisen, dass der anelektrotonische Theil des Nerven auch an der Peripherie, im Muskel, für chemische Reize unzugänglich ist. Benetzt man den Sartorius da, wo er Nerven enthält, mit Glycerin, so zuckt er. Elektrotonisirt man seinen Nerven durch den aufsteigenden Strom, so hören die Zuckungen augenblicklich auf. Es genügt, auf dieses Factum nochmals aufmerksam zu machen, um die Bedeutungslosigkeit der Einwände Funke's in's klarste Licht zu setzen. — Entfernen wir uns nicht von den Thatsachen, die besser sind, als alle gekünstelten Möglichkeiten! Die Letzteren haben nur dann Werth, wenn sie nicht ausgeplaudert werden, sondern Anlass zu neuen Versuchen und Beobachtungen geben.

2. Die Zuckung der Muskeln nach der Reizung eines nervenfreien Abschnitts, eine Thatsache, welche jedenfalls den bisher erhobenen Einwänden nicht unterliegt.

3. Der eigenthümliche Charakter der Zuckung, bei localer Reizung einzelner Muskelfasern durch solche Reize, welche nur

auf den Muskel und nicht auf den intramuscularen Nerven wirken.[1])

Die Verschiedenheit der Zuckung nach localer Reizung, bei welcher das äusserste Ende des intramuscularen Nerven mit erregt wird, beruht auf dem doppelsinnigen Leitungsvermögen der motorischen Nervenfaser. In Bezug auf den letzteren Satz, der noch nicht überall anerkannt wird, müssen zunächst neue Beweise gegeben werden, die hier um so mehr am Platze sein werden, als durch die nachstehenden Versuche der Nachweis geführt werden soll, dass einige chemische Agentien, wenn sie Zuckungen auch von nervenhaltigen Theilen der Muskeln hervorrufen, doch nur die contractile Substanz erregen, nicht aber den mitgetroffenen Nerven.

Der Versuch, welcher das doppelsinnige Leitungsvermögen der intramuscularen, motorischen Nervenfasern zeigen soll, und welchen ich bereits an einem anderen Orte mitgetheilt habe,[2]) besteht kurz darin, dass der an seinem oberen Ende in zwei Zipfel gespaltene Sartorius allemal Zuckungen auf beiden Hälften zeigt, wenn einer der Zipfel an einer Stelle gereizt wird, wo er Nerven enthält, und zwar nur dann, wenn der Reiz zugleich wirksam für den Nerven ist, während die Zuckung auf eine Hälfte des Muskels beschränkt bleibt, wenn der Reiz nur das nervenlose Endstück trifft, oder der Art ist, dass er nur den Muskel, nicht aber den darin eingebetteten Nerven erregt. Die Erscheinung erklärt sich durch die Theilung der Nervenprimitivfasern an ihrer Peripherie, bei welcher die Uebertragung der Erregung von einer Hälfte des Muskels auf die andere mittelst einer beide Hälften versorgenden Primitivfaser

---

1) Die Herren Wundt und Schelske meinen, dass eine von ihnen gefundene Thatsache besonders gegen die selbständige Reizbarkeit der Muskelfaser für chemische Agentien spreche. Die Zuckung soll nämlich bei Annäherung des Reizes gegen den Nerveneintritt hin grösser ausfallen. Eigene Beobachtungen schienen mir für den Sartorius das Gegentheil zu ergeben. Hier kann jedoch selbstverständlich nur ein messender Versuch entscheiden, von dem in der viel citirten Mittheilung nicht die Rede ist. Bei Reizen, welche sowohl auf den Nerven, wie auf den Muskel wirken, ist der Erfolg übrigens vorauszusehen.

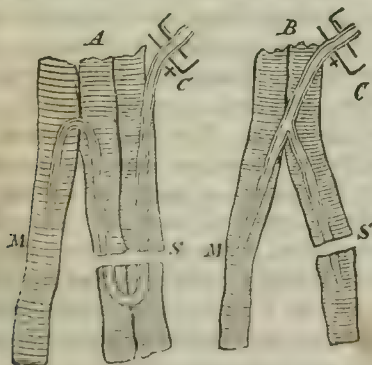
2) Monatsberichte der Berliner Akademie, 19. Mai 1859. S. 400.

zu Stande kommt. Der Einwand, dass die Zuckung beider Hälften durch doppelte Schlingenbildung der noch ungetheilten Nervenfaser bedingt sei, konnte bisher nur durch den mikroskopischen Befund beseitigt werden. Eine sicherere experimentelle Bestätigung dieser nur anatomisch begründeten Behauptungen mag hier zunächst Platz finden.

Dass das Mitzucken einzelner Muskelprimitivbündel in der nicht direct gereizten Muskelhälfte nur von einer Uebertragung der Erregung durch Nerven herrühre, ist nicht zu bezweifeln, da es nur durch Reize in nervenhaltigen Theilen des Muskels und nur durch Nervenreize erfolgt. Derselbe Nachweis lässt sich aber auch auf andere Weise führen, wobei sich gleichzeitig kund giebt, dass die Erscheinung nicht durch Schlingen bedingt sei.

Zu diesem Behufe wird der Sartorius eines möglichst grossen Frosches mit seinem bis zum Abgange vom Ischiadicus freipräparirten und dort abgeschnittenen Nerven isolirt, auf eine Glasplatte gelegt, während sein Nerv zugleich vor Vertrocknung geschützt, hart an der Eintrittsstelle in den Muskel die beiden Zinkelektroden einer sechsgliedrigen kleinen Grove'schen Kette überbrückt. Sodann wird der Muskel an seinem oberen Ende mit einem scharfen Messer, 2—3 Millimeter weit vom inneren Rande in einer Ausdehnung von 7 Millimetern, in zwei Zipfel gespalten und der schmälere Zipfel auf eine etwas niedrigere Glasplatte gelegt. Durchschneidet man jetzt mit einer Scheere diesen Theil des Muskels von oben nach unten, allmählig mit den Querschnitten vordringend, so erreicht man eine Grenze, bei welcher der Schnitt nicht allein Zuckungen in der direct getroffenen Hälfte des Muskels hervorruft, sondern auch einzelne Fibern der anderen Hälfte mit zum Zucken bringt. Hat man gerade zum ersten Male dieses Zucken der anderen Hälfte bewirkt, so wird der constante Strom für den Nerven in aufsteigender Richtung geschlossen, und nun sogleich ein neuer Querschnitt angelegt. Diesmal zuckt nur die direct gereizte Hälfte des Muskels, die andere bleibt absolut in Ruhe. Nach der Oeffnung der Kette bringt ein neuer Querschnitt wieder Zuckungen auf beiden Seiten des

Sartorius hervor. Es ist klar, dass dieser Versuch die Abwesenheit der Schlingen an den letzten Enden der intramuscularen Nerven beweist. Denn wären Schlingen zugegen, durch welche die mittelst des Schnitts bedingte Reizung auf den anderen Zipfel des Sartorius übertragen würde, so könnte die Lähmung des Nerven durch den Anelektrotonus die Reizung nicht verhindern, da ja der Schnitt an und für sich die Continuität des Nerven zerstört, zugleich aber auch den vom Centrum abgelösten Nerven als Reiz dient. Die Richtigkeit dieser Argumentation kann durch zwei Gegenversuche dargethan werden. Man durchschneide einen Nerven hart am Muskel, während er dicht daneben von dem starken aufsteigenden Strome durchflossen wird. Ohne Ausnahme tritt Zuckung ein. Man stelle ferner denselben Versuch, wie oben, am Sartorius an, aber rücke mit der Spaltung des Muskels bis dicht an den Hilus hinab, wo das Mikroskop vielfache Nervenschlingen zeigt. Legt man in diesem Falle 1 bis 2 Millimeter von der Spaltungsstelle in der einen Hälfte Schnitte an, so zucken viele Fasern in der anderen Hälfte mit, gleichviel ob der Nerv durch den Anelektrotonus gelähmt worden oder nicht. Die beistehende Figur wird das Verhältniss am besten erläutern.[1])



1) A zeigt die Anordnung des Nerven als Schlinge, bei welcher der Strom in C das Zucken in M nicht verhindern kann, nach dem Schnitte in S. — B Muskeln mit gabelig getheilten Nerven. Der Strom in C verhindert die Zuckung in M nach dem Schnitte S.

Selbstverständlich zuckt trotz der Lähmung des Nerven die direct gereizte Muskelhälfte immer mit, da hier die contractile Substanz selbst mitgetroffen wird. Auch mittelst der chemischen Reizung lässt sich an recht grossen Präparaten dasselbe darthun. Man richte den Sartorius in der beschriebenen Weise her und lasse den Querschnitt des einen Zipfels, von welchem aus mit der Scheere zum ersten Male Zuckung auf dem anderen erzielt worden, in concentrirtes Glycerin tauchen. Nach einiger Zeit beginnen Zuckungen in beiden Hälften des Muskels. Schliesst man jetzt den lähmenden Strom für den Nerven, so hören die Zuckungen augenblicklich auf. Während nun die Kette geschlossen bleibt, kehren dieselben nach und nach zurück, d. h. der constante Strom beherrscht sie nicht mehr vollkommen und es ist charakteristisch, dass sie nur in der direct gereizten Seite wiederkehren, während sie auf der anderen Seite ausbleiben. Ich habe das Bestehenbleiben der Glycerinzuckungen nach längerer Einwirkung dieses Agens auch während der Lähmung des Nerven so zu erklären gesucht, dass der intramusculare Nerv dadurch allmählig, wenigstens an den äussersten Enden, seine Continuität verliere. Der Versuch scheint dies zu bestätigen, denn es begreift sich, wie die Nervenprimitivfaser, deren einer secundärer Ast mit dem Glycerin in Berührung ist, während ihr anderer Ast die Reizung nach der anderen Muskelhälfte fortleitet, weit länger für die Muskelbündel jener Seite continuirlich bleibt, als die auf derselben Seite gelegenen. Wenn man über einen recht grossen Sartorius verfügt, kann man sogar den Fall eintreten sehen, dass die Zuckungen, so lange sie noch auf dem Zipfel jenseits überhaupt eintreten, durch den elektrotonisirenden Nerv gehemmt werden, während sie zuletzt auch auf der direct gereizten Hälfte allmählig verlöschen. Der Muskel muss sehr gross sein, weil das Glycerin leicht durch Fortkriechen am Rande der Zipfel an beide Hälften gelangt, was man bald an der Verstärkung der Zuckungen erkennt.

Die angeführten Versuche geben, wie gezeigt, sicheren Aufschluss darüber, dass die Uebertragung von Zuckungen von einer Hälfte des Muskels auf die andere, wenn die Reizung

nahe bei den Enden des Sartorius ausgeführt wird, nicht durch Schlingen, sondern durch die gabelförmige Theilung der Nervenprimitivfasern verursacht werden.

Wenn man nun einen Zipfel des Sartorius mit einem chemischen Agens immer weiter vordringend, reizt, so ist man sicher, dass dasselbe einmal das allleräusserste peripherische Ende des intramuscularen Nerven treffen müsse. Sowie nun die Substanz ein Nervenreiz ist, haben wir auch ein Kriterium in den Zuckungen, welche auf dem anderen Zipfel eintreten, während wir beim Beschränktbleiben der Contractionen auf die direct benetzte Muskelhälfte wissen, dass nur eine Muskelreizung stattgefunden. Wegen der ausserordentlichen Mühe, welche die Versuche mit sich bringen, habe ich nur einige Lösungen in diesem Sinne geprüft, und meine Vermuthungen, die ich seit der ersten Beschäftigung mit der chemischen Reizung gefasst hatte, vollkommen bestätigt gefunden. Eine Lösung von Kupfervitriol erzeugt z. B. immer nur Zuckungen in der direct gereizten Muskelhälfte, ebenso die verdünnte Salzsäure, einerlei ob auf den frischen Querschnitt angewandt, der schon einmal durch die Scheere ausgebreitete Zuckungen erzeugt hatte, oder durch Eintauchen eines Theiles der Oberfläche. Kalilauge sowie Glycerin erzeugen dagegen Zuckungen auf beiden Zipfeln. Durch die Zuckungen, welche z. B. mit Kupfervitriol oder verdünnter Salzsäure entstehen während der Lähmung des Nerven durch den constanten Strom, wissen wir zwar, dass diese Lösungen Erreger für den Muskel sind, wir wissen aber nicht, ob sie nicht nebenbei doch auch noch den intramuscularen Nerven mit erregen. Dass diese Substanzen nur den Muskel, den intramuscularen Nerven aber gar nicht erregen, wissen wir jetzt durch den letztangeführten Versuch. Ebenso bekommen wir nun auch Aufschluss darüber, dass z. B. Kalilauge beide zugleich erregt. Die Kalireizung bei elektrotonisirtem Nerven zeigt sicher, dass der Muskel auch gereizt wird, der Versuch an dem gespaltenen Sartorius zeigt aber, dass das Kali den intramuscularen Nerven mit erregt.

Genug, alle Resultate vereinigen sich zu der unabweisbaren Annahme, dass der Muskel irritabel sei. Viel wichtiger ist es

jedoch, dass es gelingt, den Muskel allein, ohne nervöses Zwischenglied zu reizen, wodurch allein man zu der richtigen Kenntniss dessen kommen wird, was dem Nerven und was dem Muskel eigen ist. Mögen die Gegner der Irritabilitätslehre strenge Kritik über die Beweise führen, mögen sie aber auch bedenken, dass es doch auch an ihnen ist, Beweise für das Gegentheil vorzubringen. Es ist kein Grund vorhanden, die Irritabilität zu leugnen, so lange kein Factum aufgewiesen werden kann, dass sich nicht durch diese Annahme erklären lässt. Der Versuch, die hier gegebenen Facta aus einer nicht erregbaren Muskelfaser zu erklären, würde mindestens halsbrecherisch sein.

Paris, im März 1860.

Ueber eine optische Erscheinung an dem Sehnengewebe.

Von

Dr. med. C. Mettenheimer in Frankfurt a. M.

(Hierzu Taf. X. Fig. 1—5.)

Bei der mikroskopischen Untersuchung der getrockneten Achillessehne eines neugebornen Kindes fiel mir vor längerer Zeit schon auf, dass die Längsschnitte, zwischen zwei Nicol-schen Prismen, eine ganz eigenthümliche, regelmässige Abwechselung von dunklen und hellen Streifen darboten. Fortgesetzte, auch auf andere Sehnen in verschiedenem Zustand ausgedehnte Beobachtungen haben mich die Erscheinung nach und nach genauer kennen gelehrt, wie ich sie nun in dem Folgenden zu beschreiben mir erlaube.

In dem zwischen zwei Nicol'schen Prismen verdunkeltem Gesichtsfeld erscheint das Sehnengewebe, wie längst bekannt ist, hell. Auf dem Querschnitt der Sehne bemerkt man in dem erleuchteten Bilde nichts Besonderes; es wechseln darin

etwas hellere mit dunkleren Stellen wolkenartig, ohne alle Regelmässigkeit. Dagegen überrascht die Schönheit des Anblicks, welchen die Längsschnitte darbieten, sowohl der von der breiten, als der von der schmalen Seite der Sehne entnommene, wenn man sich zur Anfertigung der Schnitte bandartig flache Sehnen, wie z. B. die des Musc. tibialis posticus wählt. Solche Schnitte erscheinen nicht als einfach erleuchtete, mehr oder minder ausgesprochen farbige Flächen, sondern zeigen in regelmässiger Abwechselung hellere und dunklere Streifen von etwa gleicher Breite, rechtwinklig auf die Längsachse der Sehnenfasern gestellt. Innerhalb einer Kreisdrehung bietet sich die Erscheinung vier Mal in ihrer grössten Intensität dar; zwei Mal bei parallelen Prismen, dann sieht man bräunlich-gelbe Streifen mit ganz hellen wechseln, zwei Mal bei gekreuzten Prismen, dann erscheinen die vorher bräunlichen Streifen bläulich, die vorher hellen dagegen schwarz.

Bei dem Uebergang des einen Bildes in das andere spalteten sich die bräunlichen oder die schwarzen Streifen, je nachdem man vom erhellten oder verdunkelten Gesichtsfeld ausgeht, der Länge nach in zwei Hälften, die, indem zwischen ihnen ein heller Streif sichtbar wird, bei fortschreitender Drehung weiter und weiter auseinanderrücken. Dadurch müssen sich natürlich die beiden einander gegenüberliegenden Hälften zweier ursprünglich durch einen hellen Streif getrennten dunklen Streifen nähern, bis sie sich endlich vereinigen und einen dunklen (bräunlichen oder schwarzen) Streif bilden, an der Stelle, wo vorher ein heller Streif war. In demselben Augenblick hat der mit der beginnenden Spaltung des dunklen Streifens entstehende helle Streif seine grösste Breite erreicht und füllt nun genau die Stelle aus, die, 90° weiter rückwärts gerechnet, ein dunkler Streif ausgefüllt hatte.

Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, dass diese Streifenerscheinung durch die Structur der Sehne bedingt ist. Auf jedem Längsschnitt erscheint die Sehne aus parallelen Fasern zusammengesetzt, die einen wellenförmigen Verlauf haben. Diese Wellen der Faserzüge sind es, welche jene Erscheinung von regelmässiger Querstreifung bei Anwendung des Polarisations-

apparates hervorbringen. Stellt man sich einen solchen dünnen Längsschnitt einer Sehne als eine Schicht von Fasern vor, die in eine Folge von kleinen Wellen gebrochen ist, so erscheint bei Anwendung des Polarisationsapparates immer die eine Abdachung der Wellen erhellt, wenn die andere verdunkelt ist, und umgekehrt.

Da nur eine Drehung von 90° erforderlich ist, um eine verdunkelte Wellenabdachung zu erhellen, oder eine erhellte zu verdunkeln, so ist der Schluss erlaubt, dass die beiden Abdachungen der Wellen einen Winkel von 90° mit einander bilden. Ausdrücklich betone ich hier, dass nicht Wellenberg und Wellenthal, welche mechanisch genommen den grössten Gegensatz im Verlauf der Sehnenfasern darstellen, die Stellen bezeichnen, wo die dunklen Streifen am dunkelsten, die hellen am hellsten erscheinen; diese Stellen liegen vielmehr in der Mitte zwischen den Extremen der grössten Lichtintensität und Lichtverminderung, und die Wellenabdachungen sind der eigentliche Sitz des Streifenphänomens.

Schon bei Anwendung eines einzigen, jenseits des Objects angebrachten Nicol'schen Prisma's kann man, wenn man das Prisma bei günstiger Beleuchtung dreht, jenes Streifenphänomen in zarter Andeutung wahrnehmen. In voller Pracht erscheint es freilich erst, nachdem man den Polariseur hinzugefügt hat. Bei gewöhnlicher Beleuchtung entziehen sich die zarten Wellenbiegungen der Fasern, besonders an sehr dünnen Schnitten, oft der Beobachtung; man braucht dann nur ein Nicol'sches Prisma oder beide anzuwenden, um die Wellen der Faserzüge mit der grössten Deutlichkeit zu erkennen. Die Abwechselung von hellen und dunklen Streifen lässt sich schon bei schwachen Vergrösserungen wahrnehmen; ihr Verhältniss zu den Wellenbiegungen jedoch erst bei einer Vergrösserung von 270—300mal deutlich erkennen. Uebrigens vermuthe ich, dass diese Erscheinung, welche sich bei starken Vergrösserungen und Anwendung des polarisirten Lichtes so prachtvoll ausnimmt, sich mit einer an den Sehnen schon mit blossem Auge erkennbaren Erscheinung in Beziehung bringen lässt, nämlich dem Irisiren derselben.

Die Sehnen kommen meist oder immer in entspanntem Zustand zur Beobachtung. Man bemerkt dann, dass ihre Oberfläche fein gerunzelt ist, oder — um vorläufig jeden Erklärungsversuch auszuschliessen — dass die Oberfläche aus einer regelmässig abwechselnden Folge von matten (dunkleren) und glänzenden (hellen) Stellen besteht. Diese feine Streifung oder Runzelung der Oberfläche erkennt man z. B. sehr deutlich an den Bindegewebebalken der Dura mater und an der sehnigen Ausbreitung des Musc. psoas, die sich in lauter sehr dünne Sehnenstränge auflöst, anderer sehniger Ausbreitungen nicht zu gedenken. Die Sehnenfäden von den beiden angeführten Orten genommen, stellen natürliche Längsschnitte dar und lassen ohne fernere Spaltung in dünnere Schichten des oben beschriebenen Streifenphänomen bei durchfallendem und polarisirtem Lichte ohne Schwierigkeit wahrnehmen.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die Runzelung der Oberfläche der Sehnen, das Irisiren derselben, die mikroskopische Wellenbiegung der Faserzüge und das Streifenphänomen bei polarisirtem Lichte sich auf einen Grund zurückführen lassen und als die katoptrischen und dioptrischen Ausdrücke der Elasticität der Sehnen aufzufassen sein möchten. In einigen Fällen ist es mir missglückt, die dunklen und hellen Streifen zur Anschauung zu bringen, nämlich bei sehr dünnen Sehnenfädchen, nachdem sie einem sehr starken Druck ausgesetzt worden waren. Hier war auch der Faserverlauf ein geradliniger, und es bot die Sehne im verdunkelten Gesichtsfeld nur den Anblick einer farbig erleuchteten Fläche ohne Streifen dar.

Wenn man an einer Leiche eine Sehne an einem ihrer Insertionspunkte abschneidet, so schnurrt sie in der Richtung ihrer Länge zusammen und wird kleiner als sie vorher war. In diesem Zustand zeigt die Sehne die Kräuselung ihrer Faserzüge und bei Anwendung der Nicol'schen Prismen die Streifung. Beide Erscheinungen bleiben, wenn die Sehne getrocknet wird. Liegt sie dagegen einige Zeit in Wasser, so verliert sie ihre Elasticität und mit ihr die Fähigkeit, jene optische Erscheinung hervorzubringen.

Auch die Verkalkung ist ein Zustand, in welchem das Seh-

nengewebe zwar nicht die Fähigkeit, das Licht überhaupt zu polarisiren, wohl aber die Erscheinung die dunklen Querstreifen hervorzubringen, einbüsst. Dies muss ich wenigstens behaupten nach der Untersuchung verknöcherter Sehnen von Vögeln, sowie der harten Hirnhaut eines 11 jährigen Kindes, deren Bindegewebebündel sich an sehr vielen Stellen in verkalktem Zustand befanden.

Wo sich die Streifen finden, scheinen sie überall gleich regelmässig zu sein; sie sind aber durchaus nicht überall von gleicher Breite. Die feinste Streifung, die mir zur Beobachtung kam, boten mir die brückenartig ausgespannten, einander durchkreuzenden Sehnenfaserbündel dar, welche man an der inneren Fläche der harten Hirnhaut in der Nähe des Process. falciformis antrifft. Dem entsprechend bemerkt man, wie bereits angeführt, an der Oberfläche dieser feinen Bündel eine äusserst feine Runzelung, die verschwindet und wieder hervortritt, je nachdem man das Bündel anspannt oder sich zusammenziehen lässt.

Wer Sehnen öfter untersucht hat, dem ist es bekannt, dass sie von einem eng anliegenden Perineurium umgeben sind. In dieser zellgewebigen Hülle unterscheidet man leicht stärkere und schwächere Bündel, die in ziemlich regelmässiger Abwechselung rechtwinklig auf der Längsachse des Sehnenfaserverlaufs stehen. Als ich noch im Unklaren war, auf welches Structurverhältniss die vermittelst des Polarisationsapparats an Sehnenschnitten beobachteten Streifen zurückzuführen sein möchten, glaubte ich einen Augenblick in den querverlaufenden Bündeln der umschnürenden Bindegewebehülle eine Erklärung gefunden zu haben. Nach Entfernung dieser Hülle durch die Präparation konnte ich mich aber leicht überzeugen, dass die optische Erscheinung, die meine Neugierde erregt hatte, dem Gewebe der Sehne selbst angehören musste.

Auch der Zweifel erwies sich als ungegründet, ob nicht die im polarisirten Licht auftretenden Querstreifen ein Ausdruck der Unebenheiten sein möchten, die das Messer bei Anfertigung feiner Schnitte immer hervorbringt. Mit Hülfe des Mikroskops lassen sich die Stellen, wo die Messerschneide aus der Ebene

einer Faserschicht in die andere übergegangen ist, leicht auffinden; nie bemerkt man aber, dass das Auftreten schwarzer oder brauner Streifen an solche Stellen geknüpft wäre. Noch schlagender spricht gegen die Möglichkeit, diese Ansicht zu halten, der Umstand, dass an sehr dünnen, vom Messer nicht berührten Sehnen, die gleichsam natürliche Längsschnitte darstellen, die Erscheinung der dunklen Querstreifen im polarisirtem Lichte mit aller nur wünschenswerthen Klarheit zu beobachten ist.

Es ist hier am Orte, eine ganz eigenthümliche Form des Sehnengewebes zu erwähnen, die ich beim violetten Seestern der Nordsee (*Asteracanthion violaceus*) aufgefunden habe. Die sackartigen Erweiterungen des Magens dieses Thieres werden bekanntlich durch je zwei sehr derbe, sehnige Häute an die Wirbelsäule eines jeden Strahles befestigt. Ich meine die Häute, welche Tiedemann in seinem bekannten Werk Tafel VIII z z. von *Asterias aurantiaca* abbildet und von denen dieser exacte Forscher sagt: „es sind zwei weisse, sehnenartige Fasern oder Bänder, die von der Wirbelsäule entspringen und sich an den Magen inseriren, welche irrig für Nerven gehalten worden sind.“

Unter dem Mikroskope bemerkt man, dass diese Häute aus äusserst zarten, fein gekräuselten Fasern bestehen, und dass diese Fasern in regelmässiger Abwechselung dunklere und hellere Streifen bilden. Habe ich recht gesehen, was bei der grossen Feinheit der Fasern nicht so leicht ist, so stehen die Streifen hier nicht senkrecht auf der Längsachse der Fasern, hängen auch nicht mit der feinen Kräuselung der Fasern zusammen. Ich bin geneigt, die dunklen Streifen für den Ausdruck einer dichteren Zusammenhäufung von Bindegewebefasern zu halten, und habe versucht, mir die so eigenthümliche Art der Falten, wie wir sie an den Aponeurosen des Seesterns finden, dadurch zu erklären, dass diese sehnigen Ausbreitungen mit ihrem oberen Rande an einen sehr derben Sehnenfaden befestigt sind, dessen Zusammenschnurren eine Runzelung der sehnigen Haut in einer der Längsachse ihrer Fasern parallelen Richtung bewirken muss. Die Anwendung des Polarisations-

apparates führte zu demselben Ergebniss, wie an den Längsschnitten der Sehnen des Menschen: es zeigte sich eine Folge von regelmässig abwechselnden dunkeln und helleren Streifen, die hier nicht an die feinen Wellenbiegungen der Fasern, sondern an die gröberen Collectivwellen der sehnigen Haut gebunden sind.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Halbschematische Darstellung des mikroskopischen Verhaltens einer Sehne auf dem Längsschnitt bei Anwendung des Polarisationsapparates.

Fig. 1. Die Prismen gekreuzt.

Fig. 2. Die Prismen parallel.

Fig. 3. Der Sehnenschnitt in einer Stellung der Prismen, welche zwischen beiden die Mitte hält. Die dunklen Streifen beginnen sich zu spalten. Ein Streif steht nicht ganz gerade, wie es häufig vorkommt.

In allen Figuren bedeutet a die vordere, b die hintere Abdachung der Wellen.

Fig. 4. Sehnige Haut zur Befestigung des Magens bei *Asteracanthion violaceus.*

Man sieht die abwechselnden dunklen und hellen Streifen der Haut. Bei a vereinigen sich zwei dunklere Streifen, was nicht selten vorkommt.

Fig. 5. Stück der Wirbelsäule von *Asteracanthion*, mit den beiden dreieckigen Sehnenhäuten, die sich an dem Magen befestigen.

a. Die beiden Sehnenhäute.
b. Die Wirbelsäule eines Strahles.
c. Die sehnigen Stränge, welche den oberen Rand der Sehnenhäute bilden.
t. Magensack mit der Insertionsstelle der Sehnenhäute.

Ueber eine eigenthümliche Art von Querstreifung an den Muskeln der Anneliden.

Von

Dr. med. C. Mettenheimer in Frankfurt a. M.

(Hierzu Taf. X. Fig. 6—11.)

Die Beobachtung, die ich mir erlauben will, hiermit den Histologen vorzulegen, machte ich zufällig, als ich mich mit der Anatomie des Nervensystems von *Arenicola piscatorum* beschäftigte. Meine Aufmerksamkeit war eigentlich, wie gesagt, nicht auf den Bau der Muskeln dieses Thieres gerichtet; nachdem ich aber bei Anfertigung anderer Präparate mehrmals zugleich kleine Partieen der Längsmuskeln, ohne dass ich es vermeiden konnte, unter das Mikroskop bekommen hatte, musste eine feine Streifung, die sich an diesen Muskeln zeigte, meine Neugierde erregen. Die Primitivbündel des Längsmuskels der Leibeshöhle und des Oesophagus sah ich wiederholt mit feinen Streifen bedeckt, die bald rechtwinklig, bald schiefwinklig auf der Längsachse des Bündels standen, bald zwei Systeme schiefer Linien darstellten, die sich in der Achse des Bündels durchkreuzten.[1]) Ich wiederhole, dass das Phänomen ein sehr zartes und nur bei günstiger Beleuchtung deutlich zu sehen war. Oft erschien mir diese Streifung wie eine zarte, auf den Muskeln liegende Schicht. — Ich habe diese Zeichnung an isolirten Muskelprimitivbündeln, wie an ganzen Gruppen derselben wahrgenommen; es kamen Bündel zur Beobachtung, die in einem Theil ihres Verlaufs platt, im anderen gestreift waren; andere waren der Breite nach zur Hälfte gestreift, zur Hälfte glatt; endlich gab es Bündel, welche stellenweise

1) Fig. 6—10.

schief-, stellenweise quergestreift waren. Ueberblickte ich grössere Muskelpartieen, so war die Streifung keineswegs gleichmässig verbreitet; grössere ungestreifte Erstreckungen wechselten mit gestreiften.[1])

Die Thiere, an denen die Beobachtung gemacht wurde, waren alle vivisecirt, theils unter süssem, theils unter salzigem Wasser. An Präparaten, die eine Zeit lang in Chromsäure oder in Weingeist gelegen hatten, liess sich die Streifung nicht mehr erkennen.

Nach der Art ihres Vorkommens darf man diese Streifung wohl nicht als etwas den Annelidenmuskeln bleibend Zukommendes ansehen; schon um deswillen möchte ich nicht wagen, das Phänomen der bleibenden Querstreifung an den Muskeln höherer Thiere zu parallelisiren. Die Muskeln der Würmer halte ich nach wie vor für glatt; unter gewissen, noch näher festzustellenden Umständen, scheinen aber an ihnen feine Streifen aufzutreten, die als der Ausdruck gewisser vorübergehender Vorgänge und Zustände im Muskel zu betrachten sein möchten.

An dem Bindegewebe, wie es sich in der Nähe der grossen Gefässstämme und des Nervenstrangs bei *Arenicola* findet, glaube ich eine Zeichnung bemerkt zu haben, die man vielleicht mit der Streifung der Muskeln verwechseln könnte. Diese durch den Verlauf paralleler Fasern hervorgebrachte Zeichnung ist aber viel gröber, als die Streifung, die ich von den Muskeln beschrieben habe.

Es sei hier nebenbei angeführt, dass sich in dem die grossen Gefässe begleitenden Zellgewebe sehr viele isolirte glatte Muskelfaserzellen eingestreut finden.[2]) Nicht ganz selten sind diese Muskelfasern, denen jenes Zellgewebe seine Contractilität verdanken mag, verästelt.[3]) Sie enthalten immer eine geringe Anzahl dunkler Körnchen.

Bei einer Nereide, die ich gleichfalls lebend zur Untersu-

---

1) Fig. 7, 8.
2) Fig. 11.
3) Fig. 11 a.

suchung bekam (*Nereis succinea*), habe ich die zarte Streifung der Muskeln mehrmals recht gut sehen können.

Eine Längsstreifung, wie sie an den Muskeln der Wirbelthiere die Primitivfibrillen hervorbringen, ist mir, dies möchte wohl nicht überflüssig sein anzuführen, weder an den Muskeln von *Arenicola*, noch bei *Nereis* begegnet, wenn man nicht eine bis zwei die Längsachse bezeichnenden Linien, die ich in den Muskelbündeln des Oesophagus beobachtet, dafür gelten lassen will.[1])

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 6—9. Theil des Längsmuskels von ***Arenicola piscatorum.***

Fig. 6. Mit zwei sich durchkreuzenden Systemen von Streifen.

Fig. 7. Drei Bündel mit verschiedenen Formen von Streifen.

Fig. 8. Eine Gruppe von Muskelbündeln, stellenweise gestreift, stellenweise glatt.

Fig. 9. Wellige, schief auf die Längsachse gerichtete Streifung.

Fig. 10. Muskelbündel aus dem Oesophagus desselben Thieres. Querstreifung. Zwei dunklere Linien in der Längsachse, die möglicherweise als Andeutung einer Längsstreifung gelten könnten.

Fig. 11. Muskelfaserzellen aus dem die grossen Gefässstämme begleitenden Bindegewebe.

a. Beispiel einer verästelten, glatten Muskelfaserzelle

---

1) Fig. 10.

Ueber die Nachweisung der Gallensäuren und die Umwandlung derselben in der Blutbahn.

Von

Dr. J. Neukomm.

W. Kühne hat, gestützt auf eine Reihe von Versuchen, die Behauptung ausgesprochen, dass Gallensäuren, welche in die Blutbahn gelangen, keine Veränderung erleiden, und durch den Urin wieder aus dem Körper entfernt werden.

Mit dieser Behauptung stehen die Beobachtungen anderer Forscher in Widerspruch, denen es nach Galleninjectionen und bei entschiedenem Icterus, wo der Harn reich an Gallenpigment war, nicht, oder doch nur in wenigen Fällen gelang, die Anwesenheit von Gallensäuren zu constatiren.

Auch Kühne und Hoppe gelangten bei Anwendung der bisher üblichen Methode zu keinem positiven Resultat, wohl aber, wenn sie eine von Hoppe[2]) angegebene Methode benutzten, welche darin besteht, dass man den mit Kalkmilch aufgekochten und filtrirten Harn mit einem Ueberschuss von Salzsäure einige Zeit kocht, und die auf Zusatz von Wasser sich bildende Abscheidung, welche Choloidinsäure enthalten müsste, zur Pettenkofer'schen Reaction benutzt.

Auf hinreichende Genauigkeit kann aber auch diese Methode nicht Anspruch machen, da Kühne selbst zugesteht, dass es ihm nicht gelungen sei, $^1/_{10}$ Grm. trockener Ochsengalle, welche in 500 CC. Harn gelöst worden war, constant nachzuweisen, und das Vertrauen zu jenem Verfahren musste vollends abgeschwächt werden, als Folwarczny[3]) mittheilte,

---

1) Virchow's Archiv, XIV. 310.

2) Virchow's Archiv, XIII. 101.

3) Zeitschrift d. Gesellschaft der Wiener Aerzte. 1859. No. 15.

dass auch nach Hoppe's Methode die Anwesenheit von Gallensäuren nicht zu constatiren sei.

Durch diese widersprechenden Angaben sahen wir uns veranlasst, die Kühne'schen Versuche zu wiederholen und die Genauigkeit der Hoppe'schen Methode mit der bisher üblichen, der Bleifällung, zu vergleichen. Wir dehnten unsere Versuche auf die Cholsäure und die Glykocholsäure aus, während die Taurocholsäure, welche man noch nicht vollständig von der Glykocholsäure zu trennen vermag, ausgeschlossen bleiben musste. Die Cholsäure wandten wir als neutrales Ammoniaksalz, die Glykocholsäure als Natronsalz an.

Um eine Vergleichung zwischen der dem Blut zugeführten und der mit dem Harn entleerten Gallensäuremenge anstellen zu können, schien es zunächst nothwendig, die Grenzen der Pettenkofer'schen Reaction festzustellen und die Intensität der Färbung bei verschiedenem Gehalt der Lösungen kennen zu lernen. Stellten sich dabei feste Verhältnisse heraus, so war es leicht, die Quantität der in Lösung befindlichen Gallensäuren durch Colorimetrie zu bestimmen.

Wir vermischten die Gallensäurelösung (3 CC.) nach Pettenkofer's Vorschrift portionsweise mit $^2/_3$ Vol. concentr. Schwefelsäure, setzten dann einen Tropfen einer 10proc. Zuckersolution hinzu und trugen Sorge, dass die verschiedenen Proben stets nahezu dieselbe Temperatur annahmen. Am schönsten tritt die Reaction bei einer Erwärmung der Lösung auf 70—75° C. ein.

Bei dieser Behandlung gab eine wässrige Lösung, welche $^4/_{10}$Proc. Cholsäure enthielt, eine schöne purpurviolette Färbung. Bei $^1/_{10}$Proc. Gehalt war die Farbe purpurroth mit einem Stich in's Violette, bei $^1/_{25}$Proc. entstand nur noch eine schwach weinrothe Färbung, und bei $^1/_{100}$Proc. wurde eine schwach gelbe Flüssigkeit erhalten, die auch bei längerem Stehen nicht roth wurde. — Die Lösungen der Glykocholsäure zeigten bei gleicher Concentration eine merkbar schwächere Farbenreaction, ohne jedoch wesentlich verschiedene Resultate zu geben.

Wir haben indessen nur die am besten gelungenen Färbun-

gen angeführt, da auf dieselben die raschere oder langsamere Mischung mit Schwefelsäure und die dabei unvermeidlichen Temperaturschwankungen von grossem Einfluss sind. Eine quantitative colorimetrische Bestimmung der Gallensäure ist daher mit Hülfe der Pettenkofer'schen Reaction nicht zu erzielen.

Die Grenzen der Reaction werden bedeutend erweitert, wenn man jenes Verfahren etwas abändert. Wir beobachteten, dass ein einziger Tropfen einer $^1/_{20}$proc. Cholsäure- oder Glykocholsäurelösung noch ein prachtvolles Purpurviolett liefert, wenn man denselben in einer Porcellanschale mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 Thl. $HO, SO_3 + 4$ Thle HO) und einer Spur Zuckerlösung vermischt und unter Umschwenken über einer kleinen Spirituslampe vorsichtig und gelinde erwärmt. Bei einigem Stehen der Probe nimmt die Farbe an Intensität ansehnlich zu. — Da 1 CC. nahezu 8 Tropfen enthält, so gelingt es also, auf diese Weise noch $^6/_{100}$ Milligrm. Gallensäure mit voller Schärfe nachzuweisen. Eine grössere Concentration der Lösung ist natürlich nicht störend; bei stärkerer Verdünnung hat man die zu prüfende Flüssigkeit zuvor auf einen oder einige Tropfen zu verdampfen. — 1 CC. einer $^1/_{100}$proc. Lösung beider Säuren gab auf die angegebene Weise noch die herrlichste purpurviolette Färbung, während bei gleicher Verdünnung und bei Anwendung von 3 CC. Lösung das gewöhnliche Pettenkofer'sche Verfahren ohne Resultat blieb.

Gelang es nur auf die letztere Weise, das Vorhandensein von Gallensäuren zu constatiren, so werden wir dieses in dem Folgenden, der Kürze wegen, durch „Prüfung in der Porcellanschale“ andeuten.

Im Harn wirken andere Stoffe mehr oder weniger störend auf die Pettenkofer'sche Reaction ein. Der normale Harn von Menschen und Hunden zeigt gewöhnlich, wenn er mit Schwefelsäure versetzt wird, an der Berührungsstelle beider Schichten, einen schön weinrothen, öfter in's Violette spielenden Ring, und nach dem Umschütteln entsteht dann eine weinrothe, nicht selten auch violettrothe Flüssigkeit, ohne dass man daraus auf die Anwesenheit von Gallensäuren schliessen dürfte,

wie wir uns durch mehrere Versuche mit reinem Harn, den wir auf die unten angegebene Weise prüften, überzeugten.

Harn, welchem $^1/_{10}$proc. Glykocholsäure zugesetzt worden war, verhielt sich gegen Schwefelsäure und Zucker nicht anders als derselbe Harn ohne Gallensäure, bei alleinigem Zusatz von Schwefelsäure. Harn mit $^2/_{10}$Proc. Glykocholsäure gab bei Schwefelsäure- und Zuckerzusatz eine leichte Trübung und nach dem Mischen eine dunkelweinrothe Lösung, in der das Roth lange Zeit vorherrschend blieb. Völlig unzweideutig war die Gallensäurereaction, als dem Harn $^1/_2$Proc. Glykocholsäure zugesetzt worden war.

Nachdem wir diese vorbereitenden Versuche gemacht hatten, wandten wir uns zur Prüfung der Methode von Hoppe, verglichen dieselbe darauf mit der Bleifällung und zogen endlich noch den ikterischen Harn von Menschen und den Harn von Hunden nach Gallensäureinjection in den Kreis unserer Untersuchung.

I. Hoppe's Methode zur Nachweisung von Gallensäuren im Harn.

0,1 Grm. krystallin. glykocholsaures Natron wurde in 500 CC. normalem Menschenharn gelöst, die klare Lösung mit Kalkmilch versetzt und während einer halben Stunde auf etwa $^2/_3$ des ursprünglichen Volums eingekocht, dann heiss filtrirt und das Filtrat auf ein kleineres Volum (etwa 50 CC.) verdampft. Darauf wurde conc. Salzsäure in reichlichem Ueberschuss zugesetzt und die Flüssigkeit eine halbe Stunde lang im Kochen erhalten. Sie wurde stark rothbraun, und auf Zusatz der 6—8fachen Menge Wassers schieden sich braune Flocken aus. Nach mehrstündigem Stehen wurden diese auf einem Filter gesammelt, gewaschen und getrocknet.

Der Filterrückstand löste sich in starkem Weingeist mit Hinterlassung von etwas huminartiger Materie. Die tiefbraune Lösung wurde durch Kochen mit frisch geglühter Blutkohle vollkommen entfärbt, und beim Verdampfen des Filtrats hinterblieb ein schwach gelblicher, schmieriger Rückstand, der in wenig natronhaltigem Wasser gelöst zur Pettenkofer'schen

Reaction benutzt wurde. Mit Schwefelsäure versetzt färbte sich die Probe unter Abscheidung von braunen Flocken röthlich braun, und die Farbe wurde auf Zuckerzusatz intensiver, ohne jedoch den für die Gallensäuren charakteristischen Farbenton anzunehmen.

Wurde dagegen ein Theil der Lösung in einer Porcellanschale auf einige Tropfen concentrirt, dann mit einem Tropfen Schwefelsäure und einer Spur Zucker versetzt und gelinde erwärmt, so trat wenigstens am Rande der Flüssigkeit eine purpurviolette Färbung auf.

Einer zweiten Harnprobe von 500 CC. wurden 0,05 Grm. Glykocholsäure zugesetzt, und wie das erste Mal verfahren. Die Resultate der einzelnen Operationen waren dieselben wie dort, aber bei Anstellung der Pettenkofer'schen Probe konnte weder auf die eine noch auf die andere Weise die für die Gallensäuren charakteristische Färbung erhalten werden. Eine Wiederholung des Versuchs ergab dasselbe Resultat.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Hoppe'sche Methode auch bei Anwendung nicht unbedeutender Mengen von Gallensäuren nur ein zweideutiges Resultat liefert und dass sie zur Nachweisung von kleinen Quantitäten ganz unbrauchbar ist.

II. Abscheidung der Gallensäuren durch essigsaures Blei.

Wir begannen damit, Versuche über die Fällbarkeit der gallensauren Salze in wässriger Lösung anzustellen, und gingen dann zur Prüfung der Harnlösungen über.

Es stellte sich alsbald heraus, dass es weit zweckmässiger sei, sogleich Bleiessig zur Fällung anzuwenden, statt wie üblich, neutrales und basisches Bleiacetat auf einander folgen zu lassen. Der Bleiniederschlag kann mit Schwefelwasserstoff zersetzt werden, das Schwefelblei hält dann aber hartnäckig Gallensäuren zurück, zu deren Ausziehung die Anwendung von Weingeist erforderlich ist. Wir zogen in der Regel vor, den nach mehrstündigem Stehen gesammelten und gewaschenen Bleiniederschlag unter Zusatz von kohlensaurem Natron zur

Trockne zu verdampfen, und aus dem Rückstand das gallensaure Natron mit absolutem Weingeist auszuziehen. Der Weingeist wurde dann durch Abdampfen entfernt, und zur Reaction eine wässrige Lösung des Salzes angewandt.

1. Wässrige Gallensäurelösungen.

a. Cholsäure.

1) 0,03 Grm. Cholsäure (an Ammoniak gebunden) wurden in 1000 CC. Wasser gelöst und mit Bleiessig versetzt. Nach 12stündigem Stehen war die über dem Niederschlag ruhende Flüssigkeit ziemlich klar und wurde grösstentheils mittelst eines Hebers abgezogen. Die auf einem Filter gesammelte Bleiverbindung gab, nachdem sie in das Natronsalz verwandelt und mit Wasser auf 3 CC. verdünnt worden war, auf Zusatz von 2 CC. Schwefelsäure und etwas Zucker anfangs eine milchige Trübuug, später eine purpurrothe Färbung ohne harzige Ausscheidung.

2) Wurden 0,02 Grm. Cholsäure in einem Liter Wasser gelöst, mit Bleiessig gefällt und die Bleiverbindung in das Natronsalz verwandelt, so trat in der 3 CC. betragenden Lösung auf Zusatz von etwas Zucker und 2 CC. Schwefelsäure nur eine weinrothe Färbung ein. — Als der Versuch wiederholt und die Lösung des Natronsalzes in der Porcellanschale geprüft wurde, zeigte sich eine prachtvoll purpurviolette Färbung.

3) Eine Lösung, welche 0,01 Grm. Cholsäure im Liter enthielt, gab mit Bleiessig noch eine Ausscheidung, welche sich nach 24stündigem Stehen beinahe vollständig als Niederschlag zu Boden gesetzt hatte. Die daraus dargestellte Natronverbindung gab bei der Prüfung in der Porcellanschale eine intensiv purpurviolette Färbung.

4) 0,005 Grm. Cholsäure konnten, in einer gleichen Menge Wasser gelöst, aus dem Bleiniederschlag ebenso wie dort noch durch eine schöne purpurviolette Farbe nachgewiesen werden.

Nach diesen Versuchen lässt sich die Cholsäure bei 200,000facher Verdünnung durch Bleiessig in hinreichender Menge fällen, um sie mit der grössten Sicherheit im Niederschlage nachzuweisen. Aus der Intensität der Farbenreaction

bei der vierten Probe ist übrigens zu schliessen, dass die Verdünnung eine noch viel beträchtlichere sein kann.

b. Glykocholsäure.

1) Eine Lösung von glykocholsaurem Natron, welche 0,005 Grm. im Liter enthielt, gab mit bas. essigsaurem Blei eine milchige Ausscheidung, welche sich nach 24stündigem Stehen nur unvollständig zu Boden setzte. Wurde ein Theil der Flüssigkeit abgezogen, der andere filtrirt, so gab der auf dem Filter gesammelte und in Natronsalz verwandelte Bleiniederschlag auch nach unserem Verfahren keine Gallensäurereaction.

2) Enthielten die mit Bleiessig versetzten 1000 CC. Lösung 0,01 Grm. Glykocholsäure, so liess sich diese im Bleiniederschlag auf die von uns angegebene Weise durch eine schwach purpurrothe Farbe nachweisen.

3) Die Färbung der wie im vorigen Versuch angestellten Reaction war intensiv purpurviolett, wenn die in 1000 CC. gelöste Glykocholsäure 0,02 Grm. betrug.

Demnach ist also die Glykocholsäure nicht so vollständig durch Bleiessig fällbar, wie die Cholsäure; sie wird aber bei 100,000facher Verdünnung noch in der Weise gefällt, dass sie im Bleiniederschlag mit Sicherheit nachgewiesen werden kann.

2. Gallensäurehaltiger Harn.

Nach den mitgetheilten Versuchen ist die Fällbarkeit der Gallensäuren durch Bleiessig viel vollständiger als man bisher irgend erwartet hat, und es war zu vermuthen, dass die Bleifällung auch bei Harnlösungen zu einem guten Resultate führen müsse. Diese Voraussetzung hat sich vollkommen bestätigt, nur muss Sorge getragen werden, dass die vorhandenen anorganischen Salze vor der Bleifällung möglichst vollständig aus dem Harn entfernt werden. Man erreicht diesen Zweck hinreichend, wenn man den Harn zum dicken Syrup verdampft, denselben mit gewöhnlichem Weingeist extrahirt, die weingeistige Lösung von neuem verdampft und den Rückstand mit absolutem Weingeist auszieht.

Die dadurch gewonnene, nunmehr ziemlich salzarme Lösung wird von Weingeist befreit, der Rückstand in wenig Wasser aufgenommen, die Lösung mit Bleiessig versetzt und der Niederschlag nach etwa 12stündigem Stehen gesammelt, gewaschen und zwischen Fliesspapier leicht abgetrocknet.

Um andere dem Bleiniederschlage beigemengte Substanzen möglichst zu entfernen, zieht man das gallensaure Blei mit siedendem Weingeist aus und verwandelt dasselbe, wie oben angegeben, in die Natronverbindung.

Diese enthält neben den Gallensäuren immer noch kleine Mengen eines harzigen Harnbestandtheiles, welcher sich mit Schwefelsäure braunröthlich, zuweilen auch schwach blau oder violett und beim Erwärmen unter Zuckerzusatz roth- bis gelbbraun färbt. Selten ist diese Färbung so stark, dass dadurch die Gallenreaction verdeckt würde, und ist dieses bei einer vorläufigen Probe wirklich der Fall, so lassen sich die Gallensäuren dadurch reiner erhalten, dass man sie aus der wässrigen Lösung des Natronsalzes noch einmal mit wenig Bleiessig fällt, den Niederschlag nach einigem Stehen sammelt und mit kohlensaurem Natron zerlegt.

Die folgenden Versuche werden die Zuverlässigkeit unserer Methode darthun.

a. Cholsäure.

1) 500 CC. normalen Menschenharns wurden mit 0,01 Grm. an Ammoniak gebundener Cholsäure gemischt und die Lösung in der oben angegebenen Weise weiter behandelt. Die erhaltene Natronverbindung, in wenig Wasser gelöst und in einer Porcellanschale mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt, gab anfangs eine lichte Trübung, hernach eine röthlichbraune Lösung, welche, mit einer Spur Zucker versetzt und gelinde erwärmt, sich lebhaft purpurviolett färbte.

2) Zu einer gleich grossen Harnquantität wurden 0,005 Grm. Cholsäure gesetzt. Auch in diesem Falle konnte, in gleicher Art wie im vorigen Versuche, die Gallensäure aus dem Bleiniederschlag durch eine schön purpurrothe Farbe nachgewiesen werden.

b. Glykocholsäure.

1) In gleicher Weise wie in den vorigen Versuchen wurden 500 CC. Harn 0,01 Grm. Glykocholsäure als Natronsalz beigemischt und im Uebrigen wie dort verfahren. Die Säure war in der Probeflüssigkeit durch eine charakteristische purpurviolette Farbe nachweisbar.

2) Ein zweiter Versuch mit 0,005 Grm. Glykocholsäure in 500 CC. Harn angestellt, zeigte ebenfalls noch durch eine deutliche purpurrothe Färbung die Gegenwart von Gallensäure an.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dass die bisher übliche Methode zur Nachweisung der Gallensäuren im Harn mit Unrecht getadelt worden ist; sie führt zu überraschend scharfen Resultaten, wenn nur die Punkte, die wir besonders hervorheben, Fällung durch Bleiessig, möglichste Entfernung der anorganischen Salze und Abänderung des gewöhnlichen Pettenkofer'schen Verfahrens, gehörig berücksichtigt werden.

Nach dieser Methode gelang es, $^1/_{1000}$ Proc. Glykocholsäure im Urin nachzuweisen, während dieses bei den nach Hoppe's Verfahren angestellten Versuchen bei $^1/_{50}$ Proc. kaum möglich war. Es ist daher jene Methode allein brauchbar, wenn es sich um die Nachweisung kleiner Gallensäuremengen handelt. Ja wir müssen hinzufügen, dass uns die Hoppe'sche Methode in allen Fällen unsicher und untauglich zu sein scheint. Durch Kochen des Harns mit conc. Salzsäure treten tief greifende Zersetzungen ein, es entsteht eine grössere Anzahl von Producten, und das Prüfungsobject besteht daher niemals aus Choloidinsäure, sondern aus einem Gemenge von Körpern, unter denen sich nur Choloidinsäure befinden kann. Ehe man aber eine solche Mischung zur Pettenkofer'schen Reaction benutzt, müsste man genau wissen, dass nicht mitunter Körper darin vorkommen, die durch Schwefelsäure und Zucker ebenfalls geröthet werden. Schon aus Pettenkofer's[1]) Mittheilung wissen wir, dass das Eiweiss eine ganz ähnliche Reaction giebt, wie die Gallensäuren; dasselbe Verhalten nahm man

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. LII. 90.

später bei der Oelsäure wahr, und mehrere andere ölförmige und harzähnliche Substanzen schliessen sich dieser an. Ganz besonders ausgezeichnet ist in dieser Hinsicht die Ricinölsäure; sie verhält sich von allen Körpern, die wir prüften, den Gallensäuren am ähnlichsten. Sie löst sich mit gelber bis gelbbräunlicher Farbe in Schwefelsäure und liefert bei Zuckerzusatz und gelindem Erwärmen ein prachtvolles Purpurviolett.

Vergleicht man Kühne's Resultate mit den von uns erhaltenen, so wird es mehr als wahrscheinlich, dass nur zu häufig durch Schwefelsäure sich roth färbende Körper ohne Weiteres für Gallensäure gehalten worden sind. Die Pettenkofer'sche Reaction soll aber nur als letztes Beweismittel dienen, sie ist ungenügend, wenn nicht bereits andere triftige Gründe vorliegen, das Vorhandensein von Gallensäuren im Untersuchungsobject anzunehmen. Solche Gründe hat man, wenn man den in Weingeist löslichen Theil des Harnrückstandes mit Bleiessig fällt, das Bleisalz in Weingeist auflöst und daraus ein bitter schmeckendes Natronsalz darstellt, nicht aber, wenn man den Harn durch Kochen mit conc. Salzsäure zersetzt und die sich abscheidenden in Weingeist löslichen Producte nach ihrer Entfärbung durch Kohle zur Pettenkofer'schen Reaction anwendet.

III. Das Verhalten der Gallensäuren in der Blutbahn.

Es ist bekannt, dass der Harn bei Ikterus in allen Fällen, wo eine ansehnliche Menge Pigment vorhanden war, von verschiedenen Forschern mit negativem Resultat auf Gallensäuren geprüft worden ist, während es gelang, in schwach pigmentirtem Harn jene Säuren nachzuweisen. Diese Thatsache führte Städeler und Frerichs[1]) zu der Vermuthung, dass die Gallenpigmente aus den Gallensäuren ihren Ursprung nehmen dürften, und bei den bezüglichen Versuchen stellte es sich heraus, dass sich in der That die Gallensäuren durch Einwirkung von conc. Schwefelsäure in Chromogene verwandeln lassen,

1) Mittheil. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. IV. 100.

die bei Berührung mit Luft sehr rasch in tief blaue oder grüne Pigmente übergehen, welche gewisse Aehnlichkeit mit dem Gallenfarbstoff zeigen.[1]) Die gleiche Umwandlung schien auch im Blute vor sich zu gehen, und es wurde nach der Injection von Gallensäuren mehrfach das Auftreten von wirklichem Gallenpigment im Urin constatirt. Hiernach war es in der That sehr wahrscheinlich, dass die Gallenpigmente ihren Ursprung den in's Blut getretenen Gallensäuren verdanken.

Da nun in der Anfangs erwähnten Abhandlung W. Kühne eine Umwandlung der Gallensäuren im Blute ganz in Abrede stellt und behauptet, dass die demselben zugeführten Säuren durch den Harn wieder aus dem Körper entfernt werden, so schien es uns für die Physiologie sowohl als für die Pathologie von Interesse zu sein, theils durch Untersuchung von ikterischem Harn, theils durch Injectionsversuche an Thieren die Angaben Kühne's einer weiteren Prüfung zu unterwerfen.

In dem Folgenden theilen wir die Resultate der angestellten Untersuchungen mit.

a. Ikterischer Harn.

1) Etwa 500 CC. eines stark braun gefärbten, mit Salpetersäure auf Gallenfarbstoff reagirenden Harns, welcher bei Ik-

---

1) Erlaubt es irgend die Menge der Substanz, die man auf Gallensäure zu untersuchen hat, so sollte man nie unterlassen, der Pettenkofer'schen Reaction diese zweite, bereits empfohlene, hinzuzufügen. Die Gallensäuren oder das gallensaure Salz wird mit einer kleinen Menge conc. Schwefelsäure übergossen, mässig erwärmt und dann Wasser zugesetzt. Die sich abscheidenden harzähnlichen Flocken trennt man von der Säure, spült sie einige Male mit etwas Wasser ab, ohne die Schwefelsäur evollständig fortzunehmen, und erhitzt sie in einer Porcellanschale über einer kleinen Lampe gelinde, bis Färbung eintritt. Nimmt man den Rückstand in ganz wenig Weingeist auf und verdampft die grüne Lösung unter Umschwenken, so bekleidet sich die Innenfläche der Schale mit einem tief indigfarbenen Ueberzuge, auch wenn nur ganz wenig Säure angewandt worden ist. Sind der Gallensäure fremde Stoffe beigemengt, oder lässt man die Schwefelsäure lange oder in zu hoher Temperatur einwirken, so erscheint der Pigmentüberzug grün.

terus mit Verstopfung des Ductus choledochus gelassen worden war, wurde verdampft und zuerst mit gewöhnlichem, dann nach nochmaligem Eindampfen mit absolutem Weingeist ausgezogen. Der nach dem Verdunsten des Weingeistes in wenig Wasser gelöste Rückstand trübte sich und setzte nach mehrstündigem Kochen braune Körnchen und Kügelchen ab, welche die Xanthinreaction gaben.

Die wässrige Lösung wurde nun, wie früher angegeben, mit Bleiessig versetzt. Die durch Auskochen des Niederschlages mit Weingeist erhaltenen Bleiverbindungen gaben, mit kohlensaurem Natron behandelt, eine gelbliche, kratzend-bitterlich schmeckende Materie, welche in 5 CC. Wasser gelöst wurde. 3 CC. der Lösung gaben, nach Pettenkofer's Angabe geprüft, eine gelbbraune Flüssigkeit, die auch bei längerem Stehen keinen Purpurton annahm; die übrigen 2 CC. wurden auf einige Tropfen concentrirt und in der Porcellanschale mit einem Tropfen Schwefelsäure versetzt. Beim Erwärmen färbte sich die Probe röthlich braun und auf Zusatz von Zucker trat eine schöne purpurviolette Farbe auf.

Demnach war also eine kleine Menge von Gallensäuren in diesem Harn vorhanden, aber zu unbedeutend, als dass sie sich durch die gewöhnliche Pettenkofer'sche Probe hätte nachweisen lassen.

2) 1200 CC. braunen Harns eines Ikterischen mit Cirrhose und Erweichung der Leber wurden auf gleiche Weise wie im vorigen Fall behandelt. Der Bleiniederschlag war auffallend gelbbraun gefärbt, und die durch Auskochen desselben erhaltene Weingeistlösung zeigte dieselbe Farbe; diese ging bei der Behandlung mit kohlensaurem Natron in hochroth über. Blutkohle nahm den rothen Farbstoff aus der weingeistigen Lösung auf und beim Verdampfen hinterblieb ein nicht ganz unbeträchtlicher gelbbrauner Rückstand. Da dieser durch unvollständiges Auswaschen des Bleiniederschlages noch Harnstoff enthielt, so wurde er abermals mit wenig Bleiessig behandelt, und der nach 12stündigem Stehen gesammelte und sorgfältig gewaschene Niederschlag mit kohlensaurem Natron zersetzt. Die in geringer Menge erhaltene Natronverbindung bildete eine gelbliche

seifenartig schmierige Substanz von kratzendem, kaum merklich bitterem Geschmack; in etwa 5 CC. Wasser aufgenommen entstand eine trübliche Lösung, von welcher 3 CC. mit etwas Zucker und 2 CC. Schwefelsäure vorsichtig gemischt, sich röthlich braun färbten. Die übrigen 2 CC. auf einige Tropfen concentrirt und in der Porcellanschale mit Schwefelsäure und einer Spur Zucker gelinde erwärmt, gaben eine deutliche purpurrothe Farbe.

Auch bei diesem Harn wurde also durch die gewöhnliche Pettenkofer'sche Reaction ein negatives, oder doch höchstens sehr zweifelhaftes Resultat erhalten, während nach unserem modificirten Verfahren wenigstens Spuren von Gallensäuren unzweideutig nachweisbar waren.

b. Injectionsversuche an Hunden.

1) Einem jungen, lebhaften, weiblichen Jagdhunde wurden 0,8 Grm. glykocholsaures Natron, in 10 CC. Wasser gelöst, in eine Cruralvene injicirt. Die Injection geschah äusserst langsam, so dass in einer Secunde höchstens 1—2 Tropfen aus der Spritze traten; vorher war aus der Vene eine der Injectionsflüssigkeit gleichkommende Menge Blut entleert worden. Das Thier wurde nicht mit Anästheticis behandelt und befand sich nach der Operation munter.

12—15 Stunden nach der Einspritzung wurden 300 CC. Harn gelassen. Derselbe war hellgelb, schwach alkalisch, von 1014 spec. Gew. Auf Zusatz von conc. Schwefelsäure wurde er weinroth, die Farbe änderte sich nicht bei Gegenwart von Zuckerlösung. Rohe concentrirte Salpetersäure erzeugte an der Berührungsschicht mit dem Harn einen schwach rosenrothen Ring ohne Nüancirung in Grün.

Der zweite, 36 Stunden nach der Operation gelassene Harn betrug 400 CC., war gelb, reagirte sauer und zeigte 1027 sp. Gew. Gegen Schwefel- und Salpetersäure verhielt er sich wie der erste.

Beide Harnquantitäten wurden eingedampft, zusammen mit Weingeist ausgezogen und, wie früher angegeben, weiter behandelt. Die durch Auskochen des Bleiniederschlages mit

Weingeist erhaltene Lösung wurde diesmal mit Schwefelwasserstoff behandelt und hinterliess, von der geringen Menge Schwefelblei abfiltrirt, wenig gelblichen, harzigen Rückstand. Wurde dieser in etwas Natron und Wasser gelöst und auf die gewöhnliche Weise mit Zucker und Schwefelsäure behandelt, so färbte er sich röthlich braun, ohne die geringste Andeutung von violett, wodurch also die Anwesenheit von Gallensäuren in irgend erheblicher Menge ausgeschlossen wird.

2) Vier Wochen später wurden demselben Hunde 1,5 Grm. glykocholsaures Natron, in 12 CC. Wasser gelöst, in die linke Jugularvene, aus welcher vorher kein Blut entleert worden war, eingespritzt. In Folge eines Fehlers der Spritze geschah diesmal die Injection schneller als im vorigen Falle und stossweise. Das Thier war ätherisirt worden, erholte sich jedoch bald und trank dann 200 CC. Wasser und einige Stunden nachher eben so viel Milch; 15 Stunden nach der Operation entleerte es 580 CC. Harn, zeigte sich sehr furchtsam und verschmähte die hingestellte Nahrung. 16 Stunden später, ohne dass das Thier inzwischen etwas genossen hätte, wurden wieder 550 CC. Harn gelassen, und von nun an war die Nahrungsaufnahme wieder regelmässig.

Der erste Harn war dunkelbraun, sauer, leicht getrübt und zeigte nach mehrstündigem Stehen ein grünliches Sediment, welches durch das Mikroskop betrachtet, aus grün tingirten ,körnig-wolkigen Massen bestand. Das auf einem Filter gesammelte, indessen nicht beträchtliche Sediment gab an Weingeist einen schön grünen Farbstoff ab, welcher mit Salpetersäure eine intensive Gallenfarbstoffreaction zeigte.

Der filtrirte Harn war grünlich-gelbbraun, von 1016 spec. Gew.; beim Erhitzen schied er rothbraune Flocken aus, welche auf Zusatz von wenig Essigsäure nicht gelöst wurden. Die von ihnen abfiltrirte Flüssigkeit war gelb, mit einem Stich in's Grünliche. Rohe Salpetersäure erzeugte damit eine kaum wahrnehmbare Gallenfarbstoffreaction; mit conc. Schwefelsäure zeigte sie an der Berührungsstelle einen violettrothen Ring und beim vollständigen Mischen eine weinrothe Färbung, die sich auf Zusatz von Zucker nicht wesentlich änderte.

Der zweite Harn war gelb, mit einem Stich in schmutzig Braun-grün, sauer, von 1020 spec. Gew. Beim Kochen zeigte er nur lichte Trübung, welche bei schwacher Ansäuerung mit Essigsäure anhielt. Salpetersäure gab eine deutliche Gallenfarbstoffreaction, conc. Schwefelsäure erzeugte an der Berührungsschicht eine braunrothe Färbung, welche gegen die oben liegende Harnschicht in violett und blau überging; Zuckerzusatz änderte diese Reaction nicht.

Der dritte Harn, 64 Stunden nach der Injection entleert, betrug 500 CC., war neutral, gelb, von 1013 spec. Gew., ohne Eiweiss; mit Salpetersäure gab er eine kaum merkbare Farbstoffreaction, gegen Schwefelsäure verhielt er sich wie der frühere.

Der erste und zweite Harn wurde zusammen in zwei gleiche Theile getheilt, aus der einen Hälfte nach der früheren Weise ein weingeistiges Extract bereitet und dieses mit Bleiessig behandelt, die andere Hälfte wurde nach Hoppe's Methode auf Gallensäuren geprüft.

Der mit Weingeist ausgekochte und mit kohlensaurem Natron zersetzte Bleiniederschlag gab eine geringe Menge einer gelblichen, schmierigen Substanz ohne bitteren Geschmack. In 3 CC. Wasser gelöst und vorsichtig mit Schwefelsäure zersetzt, trübte sich die Flüssigkeit, wurde an der Berührungsstelle mit der unten liegenden Schwefelsäureschicht bläulich, weiter nach unten violett und bräunlich, und beim völligen Mischen mit der Schwefelsäure und Zusatz von Zucker braungelb, mit einem Stich in's Röthliche. Wurde als Gegenprobe etwas glykocholsaures Natron zugesetzt, so trat gleich eine purpurviolette Färbung ein.

Die nach Hoppe's Methode erhaltene Substanz, welche indessen höchst gering und kaum gelblich gefärbt war, eine fettig-schmierige Consistenz hatte und nicht bitter schmeckte, trübte sich, in etwas Natron und Wasser gelöst, auf Zusatz von Schwefelsäure und färbte sich schwach röthlich-braun und nach Zusatz von etwas Zucker mehr gelbbraun.

In diesem Falle liessen sich also bei vorsichtiger Anwen-

dung der üblichen Methoden keine Gallensäuren im Harn nachweisen.

3) Demselben Hunde wurden 14 Tage nach dem zweiten Versuch 1,3 Grm. glykocholsaures Natron, in 9 CC. Wasser gelöst, durch die rechte Jugularvene, aus welcher vorher eine entsprechende Menge Blut entleert worden war, langsam beigebracht. Das Thier wurde ätherisirt; 4 Stunden nach der Injection trank es etwas Milch, erschien furchtsam und traurig. Innerhalb der ersten Stunden wurden 350 CC. Harn gelassen, und nach 24 Stunden, ohne dass inzwischen besondere Erscheinungen sich gezeigt hätten, folgte eine zweite Entleerung.

Der erste Harn war gelb, schwach alkalisch, von 1015 sp. Gew. Mit Salzsäure versetzt zeigte er eine schwache milchige Trübung, keine wahrnehmbare Farbenänderung; auch beim Kochen trübte er sich, und bei darauf folgender schwacher Ansäuerung mit Essigsäure schieden sich einzelne Flöckchen aus. Mit Schwefelsäure gemischt färbte sich der Harn schwach violett-röthlich bis bräunlich, ohne auf Zuckerzusatz diese Farbenreaction zu ändern.

Der zweite Harn war ebenfalls gelb, schwach alkalisch, von 1015 spec. Gew., enthielt noch Spuren von Eiweiss, doch liess sich dieses nicht mehr in Flocken ausscheiden. Gegen Salpeter- und Schwefelsäure verhielt er sich wie der erste.

Beide Harnmengen wurden auch hier wieder getheilt, die eine Hälfte der Bleibehandlung unterworfen, die andere nach Hoppe's Verfahren geprüft Die Ergebnisse gleichen denen im vorigen Versuch. Die Reaction wurde mit ganz concentrirten Lösungen in der Porcellanschale gemacht. Es trat bei beiden Proben eine röthlich-braune Färbung ein, ohne jedoch etwas Charakteristisches zu zeigen.

4) Einem alten Metzgerhunde wurde eine Lösung von 2 Grm. krystallinischem glykocholsaurem Natron in 12 CC. Wasser langsam in die rechte Jugularvene eingespritzt. Das Thier wurde ätherisirt, erholte sich jedoch schnell und frass an demselben Tage die ihm vorgelegte Nahrung. Die erste Harnentleerung erfolgte 40 Stunden nach der Operation.

Der Harn betrug 700 CC., war tief gelb gefärbt, neutral,

von 1040 spec. Gew., ohne Eiweiss; mit Salpetersäure versetzt entwickelte er Gasblasen und es schied sich salpetersaurer Harnstoff aus, während eine Farbenänderung nicht bemerkbar war. Mit Schwefelsäure färbte sich der Harn bräunlich roth, ohne auf Zuckerzusatz diese Farbe zu ändern.

350 CC. wurden nach der Hoppe'schen Methode auf Gallensäuren geprüft, die anderen 350 CC. der Bleibehandlung unterworfen. Die im ersteren Falle nach dem Kochen mit Salzsäure auf Zusatz von Wasser abgeschiedenen Flocken gaben, in Weingeist gelöst und mit Blutkohle entfärbt, eine schwach gelbliche, schmierige, nicht bitter schmeckende Materie, welche, in wenig natronhaltigem Wasser aufgenommen, bei der Probe in der Porcellanschale röthlich-braun wurde, während sich an den Wänden der Schale, von einzelnen braunen Körnchen ausgehend, Spuren einer purpurrothen Farbe zeigten.

Die nach der zweiten Behandlungsart aus dem Bleiniederschlag mit heissem Wasser ausgezogenen Substanzen gaben, mit kohlensaurem Natron behandelt, eine gelbliche, seifenartig schmierige, nicht bitterlich schmeckende Materie, welche in etwa 5 CC. Wasser gelöst wurde. 3 CC. hiervon, mit etwas Zucker und 2 CC. Schwefelsäure gemischt, färbten sich röthlich braun, ohne dass jedoch die Farbe irgend etwas Charakteristisches gezeigt hätte. Die übrigen 2 CC. auf einige Tropfen concentrirt und in der Porcellanschale geprüft, zeigten eine röthlich-braune und hin und wieder an den Wänden der Schale eine schwach purpurrothe Farbe.

Man kann also in diesem Falle die Gegenwart einer kleinen Quantität Gallensäure als wahrscheinlich ansehen.

5) 14 Tage später wurden demselben Hunde 2,2 Grm. glykocholsaures Natron, in 14 CC. Wasser gelöst, langsam aber stossweise in die linke Jugularvene, ebenfalls nach vorheriger Blutentleerung, eingespritzt. Das auch diesmal ätherisirte Thier erholte sich ziemlich schnell, frass nach einer Stunde etwas Reisbrei und schien nicht sehr afficirt zu sein. Auch am folgenden Tage wurde die vorgelegte Nahrung mit Gier verzehrt, an der Wundstelle zeigte sich eine Geschwulst von in's

Unterhautzellgewebe getretenem Blut herrührend. 36 Stunden nach der Injection wurde der erste Harn gelassen.

Derselbe mass 950 CC., war bräunlich-gelb, neutral, von 1045 spec. Gew., eiweisslos. Mit Salpetersäure zeigte er eine unzweideutige Gallenfarbstoffreaction, zugleich schied sich salpetersaurer Harnstoff in grosser Menge ab. Schwefelsäure erzeugte damit eine bräunlich-weinrothe Farbe, die sich durch Zucker nicht änderte.

475 CC. wurden nach der Hoppe'schen Methode ganz wie im vorigen Fall auf Gallensäuren geprüft, doch mit gänzlich negativem Resultat; der bei dieser Behandlung durch Kochen mit Kalkmilch erhaltene Kalkniederschlag war auffallend gelbbraun gefärbt und löste sich in verdünnter Salzsäure unter Ausscheidung von grünlich-gelben Flocken. Wurden diese auf einem Filter gesammelt, gewaschen, leicht getrocknet und mit Weingeist ausgekocht, so wurde eine grasgrüne Lösung erhalten, welche mit Salpetersäure eine deutliche Gallenfarbstoffreaction gab.

Die übrigen 475 CC. wurden der Bleibehandlung unterworfen. Die dabei erhaltene Probesubstanz war gelblich, seifenartig schmierig, von leicht kratzendem Geschmack. Der Prüfung in der Porcellanschale unterzogen färbte sie sich bläulich, dann bräunlich, zuletzt gelbbraun, also ohne Spuren von Gallensäuren anzudeuten.

6) Einem kleinen, ziemlich bejahrten und sehr furchtsamen Spitzhunde wurde eine Lösung von 1 Grm. krystallin. glykocholsaurem Natron in 12 CC. Wasser in die rechte Jugularvene langsam injicirt, nachdem vorher aus der Vene eine entsprechende Menge Blut entleert worden war. Das durch Aether bewusstlos gemachte Thier erholte sich ziemlich langsam, schien jedoch durch die Injection nicht sehr afficirt und frass am Abend etwas Reisbrei. Nach 15 Stunden entleerte es 250 CC. Harn von hellgelber Farbe, neutraler Reaction und 1011 spec. Gew. Mit Salpetersäure gab derselbe keine Farbenreaction, beim Kochen trübte er sich leicht, ohne dass sich jedoch bei schwacher Ansäuerung mit Essigsäure Flocken bil-

deten. Schwefelsäure erzeugte damit eine violettrothe Färbung, welche bei Zuckerzusatz und Erwärmen in Gelbbraun überging.

Die ganze Quantität wurde der Bleibehandlung unterworfen. Die schliesslich erhaltene Probesubstanz war gelblich, schmierig, nicht bitter schmeckend, bei der Prüfung in der Porcellanschale färbte sie sich mit Schwefelsäure allein schwach röthlich-braun, auf Zuckerzusatz und bei gelindem Erwärmen wurde die rothe Farbe vorherrschend und ging stellenweise in helles Purpurroth über.

Der zweite Harn wurde 30 Stunden nach der Injection gelassen, er betrug 350 CC., reagirte neutral und hatte ein spec. Gew. von 1024. Gegen Salpeter- und Schwefelsäure verhielt er sich wie der erste. Der gleichen Behandlung, wie dieser unterworfen, wurde schliesslich eine gelbliche, schmierige Substanz erhalten, welche bei der Probe in der Porcellanschale sich mit Schwefelsäure allein Anfangs bläulich, dann röthlichbraun färbte, ohne auf Zusatz von etwas Zucker diese Farbe zu ändern. — Es konnten also nach dieser Injection nur im ersten Harn Spuren von Gallensäuren gefunden werden.

7) Demselben Hunde wurden 14 Tage später abermals 1 Grm. in 11 CC. Wasser gelösten glykocholsauren Natrons in die linke Jugularvene, aus welcher vorher etwa 25 CC. Blut entleert worden waren, stossweise und ziemlich rasch injicirt. Das durch Aether anästhetisirte Thier erholte sich nur langsam und zeigte noch mehrere Stunden nach der Injection eine auffallend starke Speichelabsonderung. 20 Stunden später entleerte es 250 CC. Harn. Derselbe war hellgelb, sauer, von 1020 spec. Gew. Mit Salpetersäure versetzt trübte er sich schwach, und an der Berührungsstelle der Säure mit dem Harn erschien ein schwach rother Ring, welcher nach der Harnschicht zu in Grünblau überging, was auf etwas Gallenfarbstoff hindeutete. Schwefelsäure erzeugte, mit dem Harn in Berührung gebracht, eine röthlich-braune, gegen die Harnschicht zu mehr violettrothe Farbe. Durch Kochen wurde er leicht getrübt und auf nachherigen Zusatz von etwas Essigsäure schieden sich wenige Flocken aus.

Die zweite Harnentleerung erfolgte erst 64 Stunden nach

der Operation, das Thier hatte bis dahin nur Wasser und etwas Milch als Nahrung bekommen. Der Harn betrug 220 CC., war hellgelb, sauer, von 1027 spec. Gew., im Uebrigen sich wie der erste verhaltend.

Um die Gegenwart von Gallenfarbstoff unzweideutig darzuthun, wurden 100 CC. vom zweiten Harn mit Kalkmilch gekocht, der Kalkniederschlag auf einem Filter gesammelt, gewaschen und dann in verdünnter Salzsäure gelöst, worauf sich grünlich-gelbe Flocken ausschieden, welche gesammelt, gewaschen und etwas getrocknet, an Weingeist einen grasgrünen Farbstoff abgaben. Salpetersäure erzeugte in der weingeistigen Lösung eine deutliche Gallenfarbstoffreaction.

Der übrige Harn wurde sammt dem ersten mittelst der Bleibehandlung auf Gallensäuren geprüft. Die in der Porcellanschale angestellte Probe gab nur eine röthlich-braune Färbung, zeigte also nicht einmal Spuren von jenen Körpern an.

Wirft man einen Rückblick auf die mitgetheilten Beobachtungen, so ergiebt sich, dass bei Ikterus in der That Gallensäuren in deutlich nachweisbarer Menge im Harn vorkommen, und es könnte demnach die Vermuthung leicht Boden gewinnen, dass die dem Blut zugeführte Galle keine Veränderung erleide, sondern durch die Nieren wieder ausgeschieden werde. Diese Anschauung wird jedoch sogleich widerlegt, wenn man die Quantität berücksichtigt, in der die Gallensäuren wirklich im Harn gefunden werden. Das von uns eingeschlagene Verfahren gestattete, in 500 CC. Harn noch 0,005 Grm. Gallensäuren nachzuweisen (II. 2 a, b), und die Reaction, die wir einmal bei Anwendung von 500 CC., das andere Mal von 1200 CC. ikterischen Harns erhielten, lässt mit Sicherheit schliessen, dass die darin vorhandene Gallensäure 5 Milligrm. nicht wesentlich überstieg; wären ansehnlichere Mengen vorhanden gewesen, so hätte die Pettenkofer'sche Reaction, auf die gewöhnliche Weise angestellt, noch zu einem Resultat führen müssen, was nicht der Fall war; nur in der Porcellanschale konnte die Gegenwart von Gallensäure nachgewiesen

werden. — Die aufgefundene Quantität steht also in gar keinem Verhältniss zur Gallensecretion, wenn diese auch bei Ikterus eine beträchtliche Reduction erleiden mag.

Noch schlagender wird jene Anschauung vom unveränderten Uebergange der Gallensäuren in den Harn durch die Versuche an Thieren widerlegt. Unsere Injectionsversuche wurden zum Theil mit 1 Grm., zum Theil mit 2 Grm. glykocholsauren Natrons angestellt. Der bei der Abscheidung aus dem Urin eintretende Verlust ist nicht nennenswerth, und will man auch annehmen, dass die Absonderung so langsam vor sich gehe, dass während der ersten 2—3 Tage nach der Operation nur die Hälfte der eingeführten Gallensäuren in den Harn übergehe, so müssten die Untersuchungsobjecte doch immerhin noch $^1/_2$—1 Grm. glykocholsaures Natron enthalten. In keinem Falle wurde aber ein bitterer Geschmack der schliesslich erhaltenen Natronverbindungen wahrgenommen, in keinem Falle liess sich darin mit Hülfe des gewöhnlichen Pettenkofer'schen Verfahrens Gallensäure mit einiger Sicherheit nachweisen und nur in zwei Fällen wurde bei der Prüfung in der Porcellanschale eine charakteristische Färbung wahrgenommen.

Diese Thatsachen beweisen, dass die in's Blut getretenen Gallensäuren nur spurweise in den Harn übergehen können, und es wird damit der Ausspruch von Kühne, „die Natronverbindungen der Glykochol-, der Chol- und der Choloidinsäure verlassen, in die Venen injicirt, den Körper des Thieres" genügend widerlegt. Kühne hat sich mehrfach damit begnügt, direct mit dem, nöthigenfalls nur von Eiweiss befreiten Harn die Pettenkofer'sche Probe anzustellen; offenbar hat in solchen Fällen eine Täuschung durch die vorhandenen Farb- und Extractivstoffe stattgefunden, die, wie wir anführten, bei alleinigem Zusatz von Schwefelsäure zum Harn von Menschen und Hunden nicht selten zu rothen und selbst violetten Färbungen Veranlassung geben.

Zuweilen enthält der Harn von Hunden, denen glykocholsaures Natron in's Blut injicirt worden ist, bald grössere, bald kleinere Mengen von Gallenfarbstoff. Frerichs[1]) stellte

1) Klinik der Leberkrankheiten. S. 405.

29 Versuche an, unter denen 19 ein positives Resultat gaben. Gewöhnlich enthielt dann der Harn neben Eiweiss auch aufgelöstes Blutroth. Bei den von uns angestellten 7 Injectionsversuchen trat einmal der Farbstoff in solcher Menge auf, dass er sich zum Theil in Flocken ausschied, in zwei anderen Fällen war nur gelöstes Pigment vorhanden, die übrigen Versuche führten zu einem negativen Resultat. In den von Kühne mitgetheilten Experimenten war neben den vermeintlichen Gallensäuren stets Gallenfarbstoff vorhanden.

Aus diesen von ganz verschiedenen Seiten gemachten Beobachtungen über Pigmentbildung bei Einführung von Gallensäuren in's Blut dürfte man schliessen, dass sich die Säuren der Galle, eben so wie auf künstlichem Wege, so auch in der Blutbahn in Chromogène und schliesslich in Farbstoffe verwandeln. Indessen sind die beobachteten Ausnahmen nicht zu gering anzuschlagen; eine Umwandlung der Gallensäuren in Gallenpigment kann jedenfalls nur unter Zusammentreffen besonders günstiger Umstände stattfinden. Uns wollte es scheinen, als ob dazu ein gewisser Grad von Irritation nothwendig sei, denn in drei von unseren Versuchen trat, das erste Mal bei zufälliger, die anderen Male bei absichtlicher stossweiser Injection, das Gallenpigment im Harn auf. Es fehlte uns an Hunden, um diese Versuche zu vervielfältigen.

Kühne leugnet die Umwandlung der Gallensäuren in Gallenfarbstoff gänzlich, obgleich er uns eine grosse Zahl von Versuchen mittheilt, bei denen regelmässig nach Galleninjection Pigment im Harn auftrat. Er vertheidigt die Ansicht, dass aller Gallenfarbstoff vom Blutfarbstoff abstamme und zwar soll das beim Zerfallen der Blutkörperchen frei in Lösung gehende Hämatin eine Umwandlung in Gallenfarbstoff erleiden. Diese Ansicht erhielt aber durch das Experiment keine Stütze, denn als Kühne gelöstes Hämatin in die Venen injicirte, trat kein Gallenfarbstoff im Urin auf, während wenn er zur Injection gleichzeitig Hämatin und Gallensäure anwandte, die Bildung von Pigment beobachtet wurde. Kühne sieht sich daher auch gezwungen, den Gallensäuren einen besonderen, noch räthselhaften Einfluss auf das gelöste Blutroth zuzuschreiben.

Wir sind weit davon entfernt anzunehmen, dass das im Körper zu Grunde gehende Blutroth nicht zur Bildung von Gallenfarbstoff Veranlassung geben könne, obgleich dieses durch das Experiment noch nicht nachgewiesen ist. Auf der anderen Seite ist aber durch Kühne's Versuche nicht widerlegt worden, dass auch die in die Blutbahn getretenen Gallensäuren unter Umständen in Gallenpigment übergehen können. Dass hier noch Lücken auszufüllen sind, ehe man diese Umwandlung als fest begründet betrachten darf, hat schon Frerichs ausgesprochen; häufigere Wiederholung der Versuche und vorurtheilsfreie Interpretation der erlangten Resultate wird uns allmählig zur Wahrheit führen.

Wirft man endlich noch die Frage auf, welche Elimination die dem Blute zugeführte und nicht in Farbstoff umgewandelte Gallensäuren erleiden, so lässt sich dieselbe noch nicht mit Sicherheit beantworten. Es wäre möglich, dass diese Stoffe, in's Blut gebracht, nur das für sie specifische Absonderungsorgan, die Leber, benützten, um wieder auszutreten, und dass bei gestörtem Gallenabfluss andere Organe, so namentlich Speicheldrüsen und vielleicht auch das Pankreas, die Abscheidung übernehmen. Wir schliessen das daraus, dass häufiger nach Galleninjection nicht nur eine starke Speichelabsonderung wahrgenommen wird, sondern die Thiere geben auch gar nicht selten, schon während des Injectionsversuchs, durch Lecken mit der Zunge unzweideutige Zeichen einer widerwärtigen Geschmacksempfindung; ebenfalls ist es bekannt, dass Kranke bei beginnendem Ikterus häufig einen bitteren Geschmack wahrnehmen.

Eine andere Möglichkeit, dass die in's Blut injicirten Gallensäuren, wie die ihnen so nahe verwandten sauren Bestandtheile der Fette, weiter oxydirt werden, lässt sich eben so wenig übersehen, um so mehr, als Liebig schon vor längerer Zeit diese Ansicht für die normaler Weise aus dem Darm in's Gefässsystem aufgenommenen Gallenstoffe geltend gemacht hat.

Am Schlusse dieser Abhandlung sei mir erlaubt, Hrn. Prof. Städeler für die anregende Theilnahme, welche er meiner Arbeit stets angedeihen liess, den innigsten Dank auszusprechen.

Untersuchungen über die Einwirkung des amerikanischen Pfeilgiftes (Curare) auf das Nervensystem.

Von

ALBERT v. BEZOLD.
Professor in Jena.

Zweite Abhandlung.

Ich habe vor Kurzem in diesem Archiv eine Arbeit veröffentlicht, welche den Zweck hatte, nachzuweisen, dass die Fortpflanzung der Erregung in den motorischen Nerven des Frosches durch das amerikanische Pfeilgift eine nachweisbare Aenderung, und zwar Verlangsamung erleide, welche allmählig übergehe in eine Vernichtung der Fortpflanzungsfähigkeit des Nerven für den zuckungserregenden Vorgang. Ich führte daselbst an, dass die Resultate meiner Versuche in einem entschiedenen Gegensatz mit den Folgerungen sich befänden, welche Funke (S. Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des Urari und einiger anderer Gifte. Berichte über die Verhandlungen der sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Math.-phys. Klasse. 1859. S. 1 ff.) aus seinen Versuchen über die Wirkungen des amerikanischen Pfeilgiftes gezogen. Das wesentliche Ergebniss dieser Versuche besteht darin, dass, im Widerspruch mit den früheren Angaben Bernard's, Kölliker's und (theilweise) Haber's weder motorische noch sensible Nervenfasern, sie mögen im Rückenmark oder in den Nervenstämmen verlaufen, die Fähigkeit, in den Zustand der Erregung zu gerathen und denselben fortzuleiten, durch die Einwirkung des Pfeilgiftes einbüssen, ja dass, wenn man die Grösse der negativen Schwankung des Nervenstroms als Mass für die Grösse der Erregung des Nerven betrachtet, die Erregbarkeit der sensiblen wie motorischen Nerven durch das Gift eher erhöht als herabgesetzt werde.

Dieser Widerspruch forderte mich zu einer sorgfältigen experimentellen Kritik der hierher gehörigen Untersuchungen auf. Eine derartige Wiederholung der früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand erschien mir um so unabweisbarer, als in Betreff der Frage, ob und in welcher Weise Nerven und Nervenendigungen vom Pfeilgifte verändert werden, eine wenig wünschenswerthe Mannichfaltigkeit der Angaben und Ansichten bei den verschiedenen Forschern besteht. Es sei mir erlaubt, zum Behufe der Einleitung mit ganz kurzen Worten auf die Widersprüche hinzuweisen, welche in den verschiedenen Angaben der verschiedenen Schriftsteller über diesen Gegenstand zu Tage liegen.

Die Thatsache steht fest, dass das Pfeilgift, wenn es entweder vom Blute aus, oder aus einer anderen Lösung zu den Muskeln gelangt, die functionelle Verknüpfung zwischen Muskel und Nerv in der Weise aufhebt, dass nach geschehener Einwirkung keine irgendwie gestaltete Erregung, welche den Nerven ausserhalb des Muskels trifft, den letzteren in den Zustand der Thätigkeit zu versetzen vermag. Fest steht ferner die Thatsache, dass Reize, welche den vergifteten Muskel unmittelbar treffen, nach wie vor die Thätigkeit des Muskels herbeizuführen vermögen. Fest steht endlich die Thatsache, dass längere Zeit noch nach der Aufnahme des Giftes in das Blut, nachdem die Uebertragung der Erregung vom Nervenstamm auf den Muskel bereits vollständig unmöglich ist, die Erregbarkeit und Leitung der Erregung sowohl im Rückenmark als in den Stämmen der Empfindungs- und Bewegungsnerven noch keine wesentliche und nachweisbare Beeinträchtigung erfahren haben.

Unerledigt dagegen erscheint die Frage, ob und welche Veränderungen die motorischen Nervenfasern während ihres Verlaufes in den Nervenstämmen in Folge der fortschreitenden Vergiftung erleiden.

Bernard (Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses) wird von seinen Erfahrungen zu dem Schlusse hingeführt, dass die Bewegungsnerven ihre Eigenschaften (also offenbar die Erregbarkeit und Fortpflanzungsfähigkeit der Rei-

zung in Folge der Vergiftung von der Peripherie zum Centrum fortschreitend, einbüssen.

Kölliker giebt an (Physiolog. Untersuchungen über die Wirkungen einiger Gifte), dass die motorischen Nerven in den Stämmen 3—4 Stunden nach Lähmung der letzten Nervenendigungen durch die Einwirkung des Giftes vom Blute aus direct ihrer Erregbarkeit beraubt werden.

Haber (Siehe dieses Archiv, Jahrgang 1859. Heft II.) bestreitet die Möglichkeit, durch Vergiftung eines Thieres vom Blute aus die Erregbarkeit und die Fortpflanzungsfähigkeit für den Reiz in den Nervenstämmen desselben erheblich herabzusetzen oder zu vernichten.

Kölliker (10 neue Versuche mit Urari. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. IX. S. 434.) schiebt diese negativen Resultate Haber's auf die niedrige Temperatur, bei welcher der letztere seine Vergiftungsversuche anstellte, und besteht, wenigstens für Versuche bei höherer Temperatur (18° C.), auf die Richtigkeit seiner Angaben.

Funke (l. c.) hebt hervor, dass die motorischen Nerven in den Nervenstämmen durch das Pfeilgift keineswegs ihre Erregbarkeit verlieren, dass man im Gegentheil aus den Angaben des Multiplicators, der eine Verstärkung der negativen Schwankung bei vergifteten Nerven anzeige, eher auf eine Erhöhung, als auf eine Herabsetzung der Erregbarkeit in Folge der Vergiftung schliessen müsse.

Ich selbst glaube (Siehe dieses Archiv 1860. S. 185) nachgewiesen zu haben, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den Nervenstämmen, durch die Vergiftung der letzteren vom Blute aus, um ein Erhebliches herabgesetzt wird, und ich habe die Vermuthung ausgesprochen, dass eben so wie bei den intramuscularen Nerven, diese Herabsetzung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit übergehe in eine totale Leitungsunfähigkeit des vergifteten Nerven.

Unerledigt scheint ferner die Frage, ob die Leitung der Erregung im Rückenmarke eine wesentliche Beeinträchtigung erfahre in Folge der Curarevergiftung. Bernard hebt diese Frage nicht besonders hervor.

Kölliker theilt mit, dass die Leitung von Reflexen, nach dem Verlaufe einiger Stunden bei vergifteten Fröschen, deren eine Extremität der Einwirkung des Giftes nicht ausgesetzt ist, allmählig erheblich beeinträchtigt werde, und dass endlich nach 2—3 Stunden keine Reflexbewegungen mehr durch Reizung der Körperoberfläche erzeugt werden können. Er lässt es unentschieden, ob dies Aufhören der Reflexbewegungen durch eine Lähmung der sensiblen Nerven oder durch eine in Folge der Vergiftung entstandene Undurchgängigkeit des Rückenmarks für Reflexbewegung bedingt sei, neigt sich jedoch zu der Ansicht hin, dass es das Mark sei, dessen Thätigkeit in Folge der Einwirkung des Giftes allmählig erlahme.

Haber hat eine ähnliche Unfähigkeit des Rückenmarkes, Reflexbewegungen zu vermitteln, in Folge der Curarevergiftung eintreten sehen, er giebt dagegen an, dass diese Wirkung 8 bis 10 Stunden nach Beibringung des Giftes eintrete.

Funke, im Gegensatz zu den beiden Letzteren, behauptet, dass eben so wenig wie die motorischen Fasern in den Nervenstämmen, die im Marke verlaufenden Nerven und Ganglien durch das Curare unfähig gemacht würden, die Uebertragung der Reflexe zu vermitteln. Also auch in Bezug auf diese Frage findet man eine vollständige Abweichung der einzelnen Angaben von einander vor.

Was endlich das Verhalten der sensiblen Fasern betrifft, so liegen hier von keiner Seite positive Angaben vor. Von keiner Seite ist gezeigt worden, dass die Gefühlsnerven einer nachweisbaren Veränderung in Folge der Vergiftung durch Curare unterliegen. Für Funke ist die ihm nachgewiesene Erhöhung der negativen Schwankung ein Fingerzeig dafür, dass das Pfeilgift in den sensiblen so gut wie in den motorischen Fasern eine Erhöhung der Erregbarkeit erzeuge, er sieht in dem von ihm beobachteten Verhalten beider Nervengattungen ein neues Anzeichen ihrer physiologischen Gleichheit, während Kölliker sowohl wie Bernard mit grosser Entschiedenheit auf die Erhaltung der Erregbarkeit in den Gefühlsnerven als auf eine Thatsache hinweisen, die einen fundamentalen Unterschied der Eigenschaften beider Fasergattungen darthun.

Man hat den in der That überraschenden Erscheinungen, welche mit Curare vergiftete Thiere darbieten, von allen Seiten einen hohen Werth beigelegt und man hat Schlüsse aus denselben abgeleitet, die mit den wichtigsten Fragen der allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie in dem engsten Zusammenhange stehen. Bei der gänzlichen Verschiedenheit des Thatbestandes, welcher, wie wir gesehen haben, von den verschiedenen Forschern hergestellt wurde, ist es nicht wunderbar, dass wir Fragen von hoher Wichtigkeit je nach den Erscheinungen, welchen von den einzelnen beobachtet wurden, bald in dem einen, bald in ganz entgegensetztem Sinne beantwortet finden.

Man glaubte vor Allem in dem Pfeilgift ein Mittel entdeckt zu haben, welches das System der animalischen Musculatur von dem Systeme der motorischen Nerven fnnctionell vollständig trenne. Man glaubte sich mit diesem Mittel sofort in den Besitz des unwidersprechlichen Beweises für die lang bestrittene und lang behauptete Muskelirritabilität gesetzt. Man weiss, dass Bernard diesen Schluss auf die selbständige Muskelreizbarkeit aus seinen Versuchen ohne Weiteres gezogen hat, während Kölliker, Anfangs schwankend, erst in der letzten Zeit nach dem Erscheinen der Haber'schen Arbeit, die volle Beweisfähigkeit der Vergiftungserscheinungen für diesen Satz unbedingt annahm.

Man hatte allerdings in den Resultaten beider Forscher sehr verführerische Anhaltspunkte für diesen Satz. Wenn man fand, dass zuerst die zarten Verbindungen zwischen Nerv und Muskel, dann die zarten Anfänge der Nervenfasern im Marke und zuletzt die motorischen Fasern in den Stämmen ihrer Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit durch den Einfluss des Giftes beraubt wurden, so lag der Schluss sehr nahe, dass die Theile im Muskel, welche unter dem Einflusse des Giftes verändert würden, in der That die eigentlichen Nervenendigungen seien, und von hier aus gelangte man allerdings mit einem kleinen Sprung leicht zum Schlusse, dass bei directer Erregung der Curare-Muskeln die Zuckung ganz ohne Beihülfe von nervösen Theilen erzeugt werde. Man hatte demnach den gewünschten

Beweis für eine selbständige Muskelreizbarkeit, einen Beweis, der, wie es schien, an Richtigkeit und Strenge nichts zu wünschen übrig liess.

Dagegen trat man von anderer Seite gegen die Gültigkeit dieser Schlussfolgerungen auf. Man bestritt vor Allem, wie dies durch Funke geschehen ist, die Richtigkeit der Thatsache, dass nervöse Theile an irgend einem anderen Orte, als innerhalb von Muskeln, selbst nicht die feinen Anfänge im Mark, von dem Pfeilgifte irgendwie nachtheilig afficirt würden. Man glaubte gezeigt zu haben, dass die für den Zustand der Erregung charakteristischen Bewegungs-Erscheinungen des Nervenstroms nicht im geringsten unter dem Einfluss dieses Giftes litten, dass dieselben im Gegentheile in ihrer Intensität wüchsen.

Wie unwahrscheinlich sei es daher, dass das Gift die eigentlichen Nervenendigungen im Muskel lähme. Wie viel mehr liege der Schluss nahe, auf einen zwischen Nervenendigung und Nervenzweig eingeschalteten Zwischenapparat im Muskel, welcher nicht die allgemeinen Eigenschaften der Nervenfasern theile, welcher Apparat durch das Pfeilgift gelähmt eine Aufhebung des lebendigen Zusammenhanges zwischen Nervenfaser und dem noch mit functionsfähigen Nervenendigungen versehenen Muskels herstelle. Auf diese Weise sei ohne Annahme der Muskelirritabilität das Fortbestehen der directen Erregbarkeit der vergifteten Muskeln erklärt.

So hat man, wie man sieht, ohne Beihülfe des Mikroskops mit Hülfe einiger Milligramm Curare von Nerv und Muskel verschiedene Zwischenapparate entdeckt, eingeschoben zwischen Nerv und Muskel, man hat auch auf der anderen Seite mit Hülfe eines einzigen Stückchens Gift die so lange ohne Erfolg discutirte Frage nach der Muskelirritabilität entschieden; man hat fundamentale Unterschiede aufgefunden zwischen sensibeln und motorischen Nervenfasern, mit Hülfe dieses physiologischen Erkennungsmittels. Nicht genug: man glaubte mit Hülfe des Pfeilgiftes dargethan zu haben, dass das Herz sich ohne irgend welchen nervösen Einfluss contrahire. — Noch ein Paar solcher Gifte und die ganze Physiologie ist umgestaltet.

Es leuchtet ein, wie wichtig es unter so bewandten Um-

ständen sei, vor Allem den Thatbestand der Vergiftungserscheinungen in seinen wesentlichsten Punkten klar und unzweideutig herzustellen. Die Wiederholung der Versuche Funke's, Bernard's und Kölliker's unter allen Cautelen und unter Herstellung möglichst einfacher und gleichartiger Bedingungen war nothwendig. Eine Vereinbarkeit zwischen den Angaben des Myographions, des Multiplicators und des Froschschenkels musste hergestellt werden.

Ich habe eine grössere Reihe von Versuchen zu diesem Zwecke unternommen. Ich vergiftete eine Anzahl von Fröschen, deren einer Unterschenkel nur noch mittelst Nerv und Sehne mit dem Oberschenkel zusammenhing, mit verschiedenen Dosen Pfeilgiftes, beobachtete die Vergiftungserscheinungen, welche eintraten nach verschieden langer Einwirkung des Giftes bei verschiedenen Temperaturen, denen ich die Frösche aussetzte. Ich hatte mein Augenmerk hierbei besonders gerichtet auf die Veränderungen der Erregbarkeit der motorischen Nervenfasern in den Stämmen, auf das elektromotorische Verhalten der vergifteten Nervenstämme, auf die Veränderungen in der Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit des Rückenmarks, und endlich auf das Verhalten und die Dauer der Herzbewegung nach der Vergiftung.

Das Gift, dessen ich mich bei meinen Versuchen bediente, stammte von derselben Quelle, als jenes, das ich bei meinen Versuchen über die Veränderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit gebraucht hatte. Herr Buchhändler Appun in Bunzlau, bei welchem es käuflich zu haben ist, hatte es direct von seinem Sohne aus Guiana bezogen. Es ist von dunkelbrauner, fast schwarzer Farbe, bietet einen muschligen, glänzenden Bruch dar und entwickelt den eigenthümlichen süsslichen Geruch des Curare in hohem Masse. Die Vergiftung geschah durch Einbringen kleiner (1 Mgr.—70 Mgr.) Stückchen, getaucht in eine wässrige Lösung, in eine Wunde des Musc. pectoralis. Die Hautwunde wurde an jedem Thiere sorgfältig zugenäht. In den meisten Fällen, insbesondere wenn die Vergiftung bei höherer Temperatur geschah, trat die Aufhebung der willkürlichen Be-

wegungen innerhalb 2—5 Minuten vollständig ein. Wir haben es demnach mit einem sehr rasch wirkenden Gifte zu thun.

1. Von der Dauer der Herzbewegungen nach der Vergiftung durch Curare.

Ich gebe in Folgendem eine Uebersicht über meine Beobachtungen in einer grösseren Anzahl von Versuchen.

Dosis des Giftes.	Zeit nach Beibringung des Giftes.	Verhalten des Herzens.	Temperatur bei welcher das Gift einwirkte.
2—3 Mgr.	5 h.	Schlägt schnell und kräftig.	11—12° C.
2—3	6	Schlägt noch kräftig.	11—12°
3	5½	Schlägt nicht mehr.	11—12°
2—3	22	Schlägt noch.	6—7°
2—3	30	Schlägt noch schwach.	6—7°
2—3	24	Schlägt noch kräftig.	6—7°
2—3	24	Schlägt noch kräftig.	6—7°
20—30	24	Schlägt nicht mehr.	7—8°
„ „	25	„ „ „	7—8°
„ „	20	Schlägt noch schwach und sehr langsam.	6—7°
„ „	21	Vorhöfe pulsiren noch schwach.	6—7°
60—70	22	Schlägt nicht mehr.	6—7°
55	24	Schlägt noch sehr schwach.	6—7°
55	24	Schlägt nicht mehr.	6—7°
70	24	Schlägt nicht mehr.	6—7°
70	18	Schlägt noch.	6—7°
70	18	Schlägt nicht mehr.	6—7°
70	17	Schlägt sehr schwach.	6—7°
70	18	Steht still in Systole.	6—7°
70	18	Schlägt sehr schwach und langsam.	6—7°
70	17	Vorhöfe pulsiren noch sehr schwach.	6—7°
40—50	6	Pulsirt schwach.	11—12°
„ „	6	Pulsirt schwach.	11—12°
„ „	6½	Schlägt schnell und schwach.	11—12°
„ „	7	Pulsirt rasch aber schwach.	11—12°
„ „	5½	Schlägt noch schwach.	11—12°
55	5	Schlägt schwach.	11—12°
55	6	Schlägt schwach.	11—12°
55	5	Schlägt äusserst schwach.	11—12°
70	5½	Schlägt noch, aber langsam und schwach.	11—12°
70	6	Schlägt noch.	11—12°
70	6½	Schlägt noch.	11—12°

Dosis des Giftes.	Zeit nach Beibringung des Giftes.	Verhalten des Herzens.	Temperatur bei welcher das Gift einwirkte.
70 Mgr.	6½ h.	Schlägt noch.	11—12° C.
70	5	Schlägt noch.	11—12°
70	6	Schlägt noch sehr langsam.	11—12°
70	6	Schlägt noch sehr langsam.	11—12°
70	6	Schlägt noch.	11—12°
70	5	Schlägt noch.	11—12°
50	5	Schlägt noch.	11—12°
70	6	Schlägt nicht mehr.	15—16°
70	5	Schlägt nicht mehr, Diastole.	15—16°
70	6	Schlägt noch sehr langsam und schwach.	15—16°
70	5	Schlägt nicht mehr.	15—18°
30	7	Schlägt sehr langsam.	15—16°
70	5½	Schlägt nicht mehr.	15—18°
70	6	Schlägt nicht mehr.	15—18°

Die obigen Ergebnisse zeigen, wie mir scheint, ganz unzweideutig, dass das Pfeilgift einen, wenn auch langsamen, doch entschieden schädlichen Einfluss auf die Herzbewegungen ausübe. Bei genauerer Durchmusterung sieht man unzweifelhaft, dass die Menge des Giftes und die Temperatur, bei welcher dasselbe auf den Organismus einwirkt, hierbei einen wesentlichen Einfluss besitze.

Unter den 7 Fällen, wo mit einer sehr schwachen Dosis Gift vergiftet war, fanden wir einen (wahrscheinlich zufällig), bei dem der Herzschlag nach 5 Stunden aufgehört hatte. In allen übrigen Fällen war der Herzschlag selbst noch 30 Stunden nach der Vergiftung regelmässig und kraftvoll.

Unter den Fällen der starken Vergiftung müssen wir mehrere Abtheilungen besonders auffassen.

22—24 Stunden nach Beibringung des Giftes: Es finden sich unter 8 Fällen 6, wo die Herzbewegungen vollständig erloschen waren; in den beiden, wo sie noch bestanden, waren dieselben sehr langsam und schwach geworden.

17—18 Stunden nach der Vergiftung: Es finden sich unter 6 Fällen 3, wo die Herzbewegungen ganz oder theilweise

aufgehört hatten, und in den übrigen Fällen ebenfalls grosse Schwächung und Verlangsamung.

5—7 Stunden nach der Einbringung des Giftes: Es findet sich unter 17 Fällen starker Vergiftung bei einer Temperatur von 11—12° keiner, wo das Herz zum vollständigen Stillstande gebracht worden war, dagegen zeigt sich in allen diesen Fällen eine Abschwächung und Verlangsamung der Herzbewegungen.

In dem Falle, wo das Gift bei einer Temperatur von 15 bis 18° einwirkte, finden sich dagegen unter 7 Fällen bei fünfen eine Aufhebung des Herzschlages nach Verlauf von 5 bis 7 Stunden, in den beiden übrigen eine sehr bedeutende Verlangsamung.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit lässt sich demnach aus den vorliegenden Versuchen der Schluss ziehen, dass die Herzbewegungen durch das Curare eine wesentliche schädliche Einwirkung erfahren, dass dieser schädliche Einfluss wächst mit der Menge des Giftes, mit der Zeit, während welcher es einwirkt und mit der Temperatur, bei welcher es seine Einwirkung ausübt.

2. Von dem Einflusse der Vergiftung durch Curare auf die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit des Rückenmarkes.

Wie ich schon oben erwähnte, findet man bei den verschiedenen Forschern über diesen Gegenstand ganz von einander abweichende Angaben. Man erinnert sich, dass Kölliker gefunden, dass das Rückenmark noch längere Zeit nach der Vergiftung für Reflexerregungen durchgängig sei, dass es aber nach 3—4 Stunden die Fähigkeit, Reflexbewegungen zu vermitteln, vollständig einbüsse. Man weiss, dass Haber diese Aufhebung der Leitungsfähigkeit des Markes erst 7—8 Stunden nach dem Beibringen des Giftes eintreten sah, dass ferner Funke noch 24 Stunden nach der Vergiftung eine ungetrübte Reflexerregbarkeit des Rückenmarks beobachtete. Endlich wird von M. Magron und Buisson angegeben (siehe Funke's Jahresbericht in Schmidt's Jahrbüchern), dass wenn man das Curare

von den Muskeln abhalte und direct auf das Rückenmark einwirken lasse, eine ähnliche Erhöhung der Reizbarkeit des Markes hierdurch erzeugt werde, als durch Strychnin.

Ich habe die Verhältnisse der Reflexthätigkeit des Markes bei einer grossen Anzahl von vergifteten Fröschen sorgfältig beobachtet und habe folgende, stets in gleicher Weise wiederkehrende Thatsache gesehen.

Schneidet man bei einem Frosche den Blutkreislauf vom linken Unterschenkel vollständig ab, und vergiftet darauf das Thier, so erhält man längere Zeit nach der Vergiftung durch Reizung sowohl von Theilen der vergifteten als der unvergifteten Körperoberfläche sehr regelmässige, schnell und in heftiger Weise eintretende Streckungen oder Beugungen des Unterschenkels und des Fusses. Diese Reflexbewegungen tragen ungefähr 1—1$^{1}/_{2}$ Stunden nach der Beibringung des Giftes einen krampfartigen Charakter an sich, sowohl was die Energie als was die Regelmässigkeit ihres Auftretens anlangt. Sie nehmen im Verlaufe von 3 bis 4 Stunden allmählig an Regelmässigkeit und Raschheit ab, werden träger, und nach dem Verfluss von 6—7 Stnnden gelingt es in den seltensten Fällen, noch deutliche Bewegungen auf Reizung, gleichviel ob vergifteter oder unvergifteter Körperstellen, zu erhalten. Auch die anhaltendste und stärkste elektrische Erregung des rechten N. ischiadicus an beliebigen Punkten seines Verlaufes ruft zuletzt auch nicht die Spur einer Bewegung im linken Unterschenkel hervor. Diess sind die regelmässigen Erscheinungen, wenn man eine Quantität von 20—70 Mgr. Curare zur Vergiftung anwendet, und wenn die vergifteten Frösche bei einer Temperatur von 7—11° C. aufbewahrt wurden. Setzt man die Thiere bei einer Temperatur von 18° C. dem Einflusse des Giftes aus, so laufen die Erscheinungen schneller ab und man findet dann schon nach 3—4 Stunden die Durchgängigkeit des Rückenmarkes für Reflexerregungen vollständig erloschen. In all' den beobachteten Fällen wurde, nachdem die beschriebenen Erscheinungen constatirt waren, die Erregbarkeit des linken N. ischiadicus an verschiedenen Stellen seines Verlaufes einer Prüfung unterzogen, und es wurde in jedem Falle nachgewiesen,

dass derselbe noch die Erregung gut auf den Muskel fortleitete. Die Fortpflanzungsfähigkeit für die Erregung war also in den motorischen Stämmen noch vorhanden, so dass man mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit den Sitz des Hindernisses für die Reflexleitung in das vom Gifte veränderte Rückenmark verlegen muss. Ich habe ausserdem Curarelösungen direct auf das Rückenmark von Fröschen einwirken lassen, deren Herz vorher unterbunden war. Ich habe hierbei regelmässig den Eintritt von allgemeinen tetanischen Krämpfen, ähnlich, nur von geringerer Intensität, als die Strychninkrämpfe, beobachtet. Die Krämpfe brachen ungefähr 10 Minuten nach dem Beibringen der Giftlösung aus; sie entstanden bei jedem Versuch des Thieres, willkürliche Bewegungen auszuführen; sie waren die Antwort auf jeden Reiz, der auf die Hauttheile des Frosches angebracht wurde. In Folge der Einwirkung des Curare auf den Organismus erleidet demnach das Rückenmark zuerst eine Erhöhung seiner Reflexerregbarkeit, ähnlich wie durch Opium oder Strychnin. Diese Erhöhung der Reflexerregbarkeit geht bei einer Temperatur von 7—11° C. nach 5 bis 7 Stunden, bei höherer Temperatur nach 2—4 Stunden über in eine totale Unfähigkeit Reflexe zu leiten.

3. Von dem Einflusse der Curare-Vergiftung auf den Strom des ruhenden Nerven.

In diesem Abschnitte will ich die Ergebnisse von Versuchen mittheilen, welche ich mit möglichster Sorgfalt und gewissenhafter Anwendung aller nöthigen Cautelen mit Hülfe eines Sauerwald'schen Multiplicators von 30,000 Windungen und mit Benutzung von amalgamirtem Zinke in Zinkvitriollösung als Elektroden, die an Gleichartigkeit nichts zu wünschen übrig liessen, angestellt habe. Ich habe theils die Methode der Compensation, theils directe Vergleichung der vergifteten mit unvergifteten Nerven, die in ähnlicher Weise präparirt und aufgelegt wurden, angewandt. Ich theile eine Zusammenstellung der durch den ruhenden Nervenstrom des vergifteten und unvergifteten Nerven erzeugten Ablenkungen der Nadel mit.

Nummer des Versuchs.	Dosis des Giftes. Mgr.	Zeit nach Beibringung des Giftes. Stunden.	Temperatur bei welcher das Gift einwirkte. Grade Cels.	Beim Verfahren der Compensation überwiegt der vergiftete um Grade const. Abl.	unvergiftete um Grade const. Abl.
1	3	30	6— 7	r. 2—5 l. Spur	
2	40	4	10—12	r. 10—20 l. 10—20	
3	40	5	10—12	r. 15 l. 10	
4	50	5	10—12	Gleichgew.	
5	3	6	10—12	l. 30 r. 10	
6	3	6	10—12	l. 30 r. 15	
7	3	6	10—12	l. 10—12 r. 2— 5	
8	55	24	6— 7	30	
9	55	24	6— 7	12	

Nummer des Versuchs.	Dosis des Giftes. Mgr.	Zeit nach Beibringung des Giftes. Stunden.	Temperatur bei welcher das Gift einwirkte. Grade Cels.	Bei directer Vergleichung Grösse der Ablenkung der Nadel durch den vergifteten Grade const. Abl.	unvergifteten Grade const. Abl.
10	70	19	6— 7	r. 40 l. 35	38 34
11	70	19	6— 7	32	28
12	70	19	6— 7	24	26
13	70	5	10—12	40	40
14	70	6	10—12	38	38
15	70	6½	10—12	26	30
16	70	6½	10—12	40	40
17	70	6½	10—12	l. 38 r. 46	40 45
18	70	6	10—12	l. 35 r. 40	25 38
19	40	7	10—12	50	40
20	70	4	10—12	48	27
21	70	22	10—12	l. 27 r. 30	30 26
22	70	24	10—12	40	40
23	70	16	10—12	l. 31 r. 36	32 35
24	70	7	18	l. 20	35
25	70	8	18	30	35
26	70	5	18	l. 45 r. 27	40 20
27	40	6½	18	35	30

Es muss zu diesen Zahlen bemerkt werden, dass bei dem Verfahren der Compensation immer zwei Nervenschlingen einander gegenüber abgewogen wurden, so dass der eine Bausch von einem Punkte der Schlinge, der andere von beiden Querschnitten desselben Nerven berührt wurde. Bei der directen Vergleichung wurde immer ein peripherischer Theil des Nervus ischiadicus einfach angelegt. Der Querschnitt war hier immer über der Theilung des N. in den N. tibialis und peronaeus angebracht.

Man sieht aus der Betrachtung der vorliegenden Zahlen, dass die vergifteteten Nerven im Durchschnitt eine höhere elektromotorische Wirksamkeit entfalten als die unvergifteten, wie sich dies besonders beim Verfahren der Compensation herausstellt.

Eine weitere und wichtigere Frage ist die nach dem Verhalten der negativen Schwankung des ruhenden Nervenstromes. Wir werden diese Frage zu gleicher Zeit mit der Frage nach der Erregbarkeit der vergifteten motorischen Nervenfasern abhandeln.

Beiläufig sei bemerkt, dass der Muskelstrom von vergifteten Thieren unter möglichst gleichen Bedingungen mit jenem unvergifteter Thiere verglichen weder eine bemerkenswerthe Zunahme noch eine irgendwie schätzbare Abnahme darbot.

4. Von dem Einflusse der Vergiftung durch Curare auf die Erregbarkeit der motorischen Nervenstämme und auf die Grösse der negativen Schwankung des Nervenstromes.

Ich habe den Widerstreit der Angaben, welcher in Bezug auf die Veränderungen der Erregbarkeit der motorischen Nervenfasern durch das Pfeilgift, unter den verschiedenen Schriftstellern über diesen Gegenstand herrscht, bereits oben erörtert. Es ist noch von keinem der früheren Forscher eine directe messende Vergleichung der Erregbarkeit des vergifteten Ischiadicus z. B. an verschiedenen Stellen seines Verlaufes mit der Erregbarkeit eines, gleichen Verhältnissen der Reizung ausgesetzten unvergifteten N. ischiadicus geliefert worden. Und doch

ist dies der einzige richtige Weg, um die Frage nach dem Einflusse der Vergiftung auf die motorischen Nervenfasern in den Stämmen unzweideutig zu beantworten. Ich habe eine derartige Vergleichung an einer grossen Anzahl von Fällen ausgeführt, und ich habe vollkommen unter einander übereinstimmende Ergebnisse erhalten.

Ich habe bei einer grossen Anzahl von Fröschen, deren einer Unterschenkel dem Einfluss der Vergiftung entzogen war, und welche mit verschieden grossen Dosen Pfeilgiftes vergiftet wurden, die Curve der Erregbarkeit des N. ischiadicus der unterbundenen Seite in verschiedenen Zeiten nach der Vergiftung verglichen mit der Curve der Erregbarkeit im N. ischiadicus von gesunden Fröschen.

Ich unterband bei den zu diesen Versuchen dienenden Thieren die A. und V. poplitea durch doppelte Ligaturen, durchschnitt Haut und Weichtheile mit Ausnahme dieser beiden Gefässe und des N. tibialis und peronaeus vollständig in der Nähe des Kniegelenkes, so dass die Verbindung zwischen Ober- und Unterschenkel aus dem Femur, den beiden Nerven und den beiden unterbundenen Gefässen bestand. Sodann vergiftete ich die Thiere in der früher beschriebenen Weise, und brachte dieselben in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum, dessen Temperatur nach Belieben variirt werden konnte. Nach Verlauf verschieden langer Zeiträume nach der Vergiftung präparirte ich den N. ischiadicus mit dem Unterschenkel des vergifteten Thieres auf der unterbundenen Seite gleichzeitig mit dem N. ischiadicus und dem Unterschenkel eines gesunden Frosches von gleicher Grösse, und brückte beide Nerven an entsprechenden Stellen ihres Verlaufes über die Elektroden der stromzuführenden Vorrichtung. Diese war mit der secundären Spirale eines du Bois'schen Schlittenapparates in Verbindung, dessen primäre Spirale abwechselnd von starken und schwachen Strömen (Helmholtz'sche Modification des Instrumentes) durchflossen wurde. Der Abstand der beiden Rollen, bei welchem die beiden Präparate zu zucken anfingen, wurde genau ermittelt und auf diese Weise wurden vom centralen Ende des am Austritte aus der Wirbelsäule abgeschnittenen Plexus ischia-

dicus anfangend bis zur Einsenkung des N. tibialis in den M. gastroknemius verschiedene Stellen im Verlaufe der beiden Nerven auf ihre Erregbarkeit direct verglichen. Die Zahlen, welche die Abstände der Rollen ausdrücken, geben uns in der folgenden Tabelle ein Bild von der Erregbarkeit des vergifteten und unvergifteten Nerven. Die folgende Tabelle ist nach dem Vorausgeschickten von selbst verständlich.

A. Versuche bei 6—7° C.

Nummer des Versuchs.	Dosis des Giftes.	Zeit nach der Beibringung des Giftes.	Temperatur bei welcher das Gift seine Einwirkung äussern konnte.	Ort der Reizung am Nerven.	Abstand der Rollen ausgedrückt in Mm. bei welchem zuerst zuckt der Muskel des vergifteten Nerven	des unvergifteten Nerven
I.	55Mgr.	24 h.	6—7° C.			
				Am Querschnitt.	180	600
				2½ Cm. unterhalb.	150	245
				4 „ „	150	250
				5 „ „	150	250
II.	70 „	18 h.	6—7° C.			
				Am Querschnitt.	250	540
				2 Cm. unterhalb.	220	460
				4 „ „	200	380
III.	70 „	18 h.	6° C.			
				Am Querschnitt.	210	460
				2 Cm. unterhalb.	210	300
				1½ „ vom Muskel.	200	200
				1 „ „ „	200	200
IV.	70 „	18 h.	6° C.			
				Am Querschnitt.	520	280
				2½ Cm. unterhalb.	280	280
				3½ „ „	280	240
				4½ „ „	270	260

Verhalten der negativen Stromesschwankung.

Der vergiftete Nerv der nicht unterbundenen Seite verglichen mit einem gesunden Nerven unter gleichen Bedingungen der Erregung und Ableitung.

	Vergiftet	Unvergiftet
Bei II.	7° neg. Schw.	5° neg. Schw.
III.	8° „ „	7° „ „
	12° „ „	9° „ „

B. Versuche bei 10—12° C.

Nummer des Versuchs.	Dosis des Giftes in Mgr.	Zeit nach Beibringung des Giftes.	Temperatur.	Ort der Reizung am Nerven.	Abstand der Rollen ausgedrückt in Mm. bei welchem zuerst zuckt der Muskel des vergifteten Nerven	des unvergifteten Nerven
V.	70	6 St.	10°	Querschnitt.	220	450
				1½ Cm. unterhalb.	230	300
				2½ „ „	180	210
				3½ „ „	170	180
				4½ „ „	160	160
VI.	70	6½ „	11°	Querschnitt.	180	400
				1 Cm. unterhalb.	120	300
				2 „ „	125	170
VII.	70	6¼ „	10°	Querschnitt.	220	355
				1 Cm. unterhalb.	190	260
				2 „ „	190	200
				3 „ „	170	180
VIII.	70	6 „	10°	Querschnitt.	230	450
				1 Cm. unterhalb.	230	260
				2 „ „	220	260
				3 „ „	200	200
IX.	40	7 „	11°	Querschnitt.	320	490
				2 Cm. unterhalb.	260	360
				3 „ „	200	300
				4 „ „	200	240
X.	70	7 „	11°	Querschnitt.	290	540
				1 Cm. unterhalb.	270	460
				3 „ „	220	230
				3½ „ „	210	210
				4 „ „	210	210
XI.	70	6 „	12°	Querschnitt.	260	500
				2 Cm. unterhalb.	240	340
				3 „ „	220	220
				4⅓ „ „	220	220
XII.	70	6¼ „	12°	Querschnitt.	140	380
				2 Cm. unterhalb.	160	280
				3 „ „	140	180
				4 „ „	150	180
				4½ „ „	160	170
XII	70	5½ „	13°	Querschnitt.	140	300
				2 Cm. unterhalb.	150	280
				3 „ „	160	200
				4 „ „	170	200
				4½ „ „	180	180

Vergleichung der Grösse der negativen Schwankung bei gleichen Bedingungen der Reizung und Ableitung.

	Vergiftet	Unvergiftet
Bei V.	8°	6°
VI.	14°	10°
VII.	8°	6°
	6°	6°
IX.	14°	12°
XI.	7°	5°

C. Versuche bei einer Temperatur von 16—18°

No.	Dosis in Mgr.	Zeit nach der Vergiftung.	Ort der Reizung.	Abstand der Rollen. Vergiftet	Unvergiftet
XIV.	70	5 St.	Querschnit.	bei 0 Mm. keine Zuck.	540 Mm.
			2 Cm. unterhalb.	„ „ „ „	280 „
			3 „ „	120 Mm.	210 „
			4 „ „	180 „	210 „
XV.	70	6½ „	Querschnitt.	Keine Zuckung auch bei 0 Mm. Abst.	500 „
			1 Cm. unterhalb.	Keine Zuckung.	200 „
			2 „ „	40 Mm.	200 „
			2½ „ „	50 „	200 „
			4 „ „	80 „	195 „
			4½ „ „	120 „	190 „
XVI.	70	7 „	Querschnitt.	bei 0 Mm. keine Zuck.	450 „
			2½ Cm. unterhalb.	40 Mm.	320 „
			4 „ „	50 „	240 „
			5 „ „	80 „	190 „
XVII.	70	8 „	Querschnitt.	bei 0 Mm keine Zuck.	380 „
			3 Cm. unterhalb.	„ „ „ „	260 „
			4 „ „	20 Mm.	180 „
XVIII.	70	5 „	Querschnitt.	0 Mm. keine Zuck,	380 „
			2 Cm. unterhalb.	„ „ „	200 „
			3 „ „	60 Mm. Beginn. d. Z.	180 „
			3½ „ „	80 Mm.	180 „
			4 „ „	120 „	180 „
			5½ „ „	160 „	180 „
XIX.	70	7 „	Querschnitt:	0 Mm. keine Zuck.	460 „
			2 Cm. unterhalb.	„ „ „	200 „
			2½ „ „	10 Mm.	180 „
			3 „ „	20 „	160 „
			4 „ „	80 „	160 „
			5 „ „	100 „	160 „

No.	Dosis in Mgr.	Zeit nach der Vergiftung.	Ort der Reizung.	Abstand der Rollen.	
				Vergiftet	Unvergiftet
XX.	70	6 St.	Querschnitt.		
			1 Cm. unterhalb.	0 Mm. keine Zuckung.	380 Mm.
			2 " "	" " "	280 "
			3 " "	" " "	200 "
			3½ " "	" " "	190 "
			4 " "	80 Mm.	180 "
			4½ " "	100 "	170 "
			5 " "	140 "	160 "

Vergleichung der Grösse der negativen Schwankung unter gleichen Bedingungen der Ableitung und Erregung.

	Vergifteter Nerv	Unvergifteter Nerv
XIV.	8°	8°
XV.	4—5°	10°
XVI.	5°	8°
XVII.	10°	16°
XVIII.	0° bei 100 Mm. Abst. d. Rollen.	20° bei 100 Mm. Abst. d. Roll.
	5° " 0 " " " "	20° " 0 " " " "
XX.	0° " 100 " " " "	6° " 100 " " " "
	6° " 0 " " " "	16° " 0 " " " "

Ich glaube in den vorstehenden Versuchen ein treues und klares Bild gegeben zu haben von der allmähligen Aenderung der Curve der Erregbarkeit in den motorischen Nerven in Folge der Vergiftung, und von den Aenderungen in der Grösse der negativen Schwankung des Nervenstroms, welche derselben parallel gehen. Der Einwand, den Funke gegen die Versuche von Kölliker machte, dass nämlich die Austrocknung der frei liegenden Nerven auf der unterbundenen Seite die Ursache sein könne von der scheinbaren Vernichtung der Erregbarkeit in den motorischen Nervenfasern der Stämme, fällt hier offenbar weg, indem gerade diejenigen Stellen des Nerven, welche freilagen, ihre normale Erregbarkeit in den meisten Fällen ungetrübt beibehalten haben, und erst zu der Zeit eine allmählige Abnahme derselben zeigen, wenn die Nervenstrecken, die dem Gifte ausgesetzt waren, ihre Erregbarkeit bereits vollständig eingebüsst hatten.

Man sieht, dass die Erregbarkeit des Nerven an den centralen Stellen seines Verlaufes zuerst eine Abnahme darbietet, dass diese Abnahme der Erregbarkeit allmählig auch an den dem Muskel näheren Nervenstrecken eintritt, dass sie zuerst vollständig schwindet im Plexus, und dass allmählig auch die übrigen dem Gifte ausgesetzten Nervenstrecken ihre Erregbar-

keit verlieren. Diese Erscheinungen stehen in vollständiger Uebereinstimmung mit den Beobachtungen, welche ich früher mittheilte, über die Veränderungen nämlich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den motorischen Nerven in Folge der Einwirkung des Pfeilgiftes. In der That, man musste nach den Ergebnissen am Myographion ein derartiges Sinken der Erregbarkeit in den motorischen Stämmen voraussetzen. Je grösser die durch das Gift veränderte Nervenstrecke ist, welche die Reizung zu durchlaufen hat, desto grösser sind nach unserer Ansicht die Widerstände, welche sich der Fortpflanzung der Erregung entgegensetzen. Das Sinken der Erregbarkeit muss daher deutlich werden zuerst an denjenigen Strecken des Nerven, welche vom Muskel durch die längste Strecke vergifteter Nervensubstanz getrennt sind. Dieses ist auch der thatsächliche Erfolg unserer Versuche.

Die Herabsetzung und das Schwinden der Erregbarkeit der motorischen Nervenfasern in den Stämmen durch die Wirkung des Curare ist, wie die Versuche lehren, in hohem Maasse abhängig von der Temperatur, bei welcher die Vergiftung vor sich geht. Der schädliche Einfluss des Giftes macht sich um so schneller und intensiver geltend, je höher die Temperatur ist, bei welcher dasselbe durch das Blut auf die Nerven wirkt.

Schon in dem Verhalten der Herzbewegungen und der Leitungsfähigkeit des Rückenmarks beobachteten wir diesen begünstigenden Einfluss der Temperaturerhöhung auf den Verlauf der Vergiftung.

Was das Verhalten der negativen Schwankung betrifft, so steigt die Intensität derselben zuerst in Folge der Vergiftung und sinkt später weit unter ihre normale Grösse. Woher die Erhöhung der negativen Stromesschwankung rühre, welche ich ebenso wie Funke ganz regelmässig beobachtete, und wie diese Erhöhung mit dem gleichzeitigen Sinken der Erregbarkeit des Nerven zusammenhänge, dies sind vorläufig vollständig räthselhafte Thatsachen.

Das Sinken der negativen Schwankung in den Fällen, wo wir den vollständigen Verlust der Erregbarkeit im N. ischiadicus beobachteten, ist uns dagegen ein neuer Beweis von dem innigen Zusammenhange, welcher beide Reihen von Erscheinungen, den zuckungerregenden Vorgang und die negative Schwankung des Nervenstromes, verknüpft.

Nach dem hier Auseinandergesetzten sind, wie mir scheint, die Schlussfolgerungen und die Betrachtungen, welche ich in meiner ersten Arbeit an die Thatsache knüpfte, dass sowohl in dem intramuscularen als extramuscularen Nerven die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nerven herabgesetzt werde, vollständig gerechtfertigt. Die Annahme, dass durch die Vergiftung ein Leitungswiderstand in den Nerven eingeführt werde, erklärt bis jetzt noch alle Erscheinungen der Vergiftung. Nicht gerechtfertigt ist der Schluss, als sei die Muskelirritabilität

durch die Erscheinungen an dem Nerven- und Muskelsystem mit Curare vergifteter Thiere bewiesen, da durch nichts bewiesen ist, dass die mit Curare vergifteten Muskeln ganz ohne irgend welche Thätigkeit der motorischen Nervenendigungen in Folge directer Erregung in Zuckung versetzt werden. Die Erfahrungen, die in allerneuester Zeit durch Kühne (siehe Sitzungsberichte der kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Januar 1860) am Sartorius von Thieren gemacht sind, die mit Pfeilgift vergiftet waren, deuten sogar darauf hin, dass bei der unmittelbaren Reizung von Curare-Muskeln immer noch eine Erregung der letzten Nervenendigungen im Muskel stattfinde.

Nicht gerechtfertigt ist die Annahme von Zwischenorganen zwischen Nerv und Muskel, welche Funke aufgestellt hat, denn diese Annahme ist zur Erklärung der Vergiftungserscheinungen nicht im Geringsten nothwendig.

Nicht gerechtfertigt ist die Aufstellung eines fundamentalen Unterschiedes zwischen Bewegungs- und Empfindungsnerven. Nimmt man nämlich an, dass das Curare die Fortpflanzung der Erregung und nicht die directe Erregbarkeit behindert, und zwar an den Stellen um so schneller, je mehr dieselben günstige Bedingungen für die Aufsaugung des Giftes darbieten, so ist klar, dass die sensiblen Nervenfasern eine ihre letzten Endigungen treffende Erregung noch so lange zum Rückenmark befördern werden, als die Stämme der Nerven noch nicht von dem Gifte verändert sind. Dass schliesslich die sensiblen Nerven eben so gut als die motorischen den schädlichen Einfluss des Giftes erfahren, dagegen spricht keine einzige Thatsache; im Gegentheil ist diese Annahme eine ganz natürliche.

Ueber das Verhalten des Herzens habe ich mich schon in meinem ersten Aufsatz ausgesprochen. Auch hier werden durch die Annahme eines Leitungswiderstandes in dem vergifteten Nerven, welcher der Länge des betroffenen Nervenstücks proportional ist, sowohl die relativ lange Fortdauer der Herzbewegungen, als das baldige Erlöschen der Vaguswirkung vom Stamme desselben aus, erklärt. Zu der Annahme Bernard's, dass das Herz sich ohne nervösen Einfluss zusammenziehe, liegt in den Vergiftungserscheinungen nicht der geringste Grund vor.

Zuletzt will ich nur noch die Aufmerksamkeit auf den Umstand hinrichten, dass die Erregbarkeit des Rückenmarks durch die Einwirkung des Pfeilgiftes eine Erhöhung, ähnlich wie durch Opium und Strychnin erleide. Wer denkt hier nicht sofort an jene der französischen Akademie mitgetheilten Fälle von Tetanus traumaticus, wo die Krampfanfälle in Folge der Behandlung mit Curare eher verstärkt als verhindert oder geheilt wurden?

Resumé.

1. Das amerikanische Pfeilgift übt, in das Blut gebracht, eine nachweisbare schädliche Wirkung auf die Herzbewegun-

gen, auf das Rückenmark, auf die motorischen Fasern in den Nervenstämmen aus.

2. Die Herzbewegungen werden längere oder kürzere Zeit nach dem Eintritt der Vergiftung sistirt.

3. Das Rückenmark erfährt durch die Einwirkung des Curare im Anfang eine Erhöhung seiner Reflexthätigkeit, im weiteren Verlauf eine Herabsetzung und totale Vernichtung derselben.

4. Die Nervenstämme erfahren, in Folge der Einwirkung des Pfeilgiftes, zuerst eine Hebung ihrer elektromotorischen Thätigkeit, und insbesondere eine Erhöhung in der Grösse der negativen Stromesschwankung bei elektrischer Erregung. Diese letztere geht jedoch im weiteren Verlauf der Vergiftung über in eine bedeutende Herabsetzung.

5. Die motorischen Nervenstämme erleiden in Folge der Vergiftung durch Curare eine Herabsetzung und endlich eine Vernichtung der Erregbarkeit, welche am schnellsten an den von den Muskeln entfernteren Theilen des Nerven eintritt (im Falle der Muskel nicht vom Gifte berührt wird).

6. Alle diese Einflüsse machen sich um so schneller und so ausgesprochener geltend, je höher die Temperatur (Maxim. 18° C.) ist, bei welcher das Gift auf den Organismus wirkt.

Jena, Anfangs März 1860.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Bemerkungen über *Mermis*“ (d. Archiv 1860) findet sich ein Irrthum.

S. 250, Anmerkung 2 muss es am Schlusse des Citats

[illegible] nicht „After“ sondern „Darmröhre“

heissen. Es fällt somit die in jener Anmerkung ausgesprochene Vermuthung weg. Das Citat beweist nur, dass unsere Auffassung des Verdauungsapparates mit der von Siebold wesentlich übereinstimmt und bleibt also immer von Wichtigkeit.

Berlin, 25. April 1860.

A. Schneider.

Untersuchungen über die Schnecke der Vögel.

Von

Dr. Otto Deiters,

Privatdocenten an der Universität Bonn.

(Hierzu Taf. XI., XII. und XIII.)

Die nachfolgenden Mittheilungen machen noch keinen Anspruch darauf, eine vollständige Monographie der Schnecke des Vogelohres zu geben. Man wird von einer Arbeit, welche sich den complicirten Bau dieses Organes zum ersten Male mit einiger Vollständigkeit zu behandeln zur Aufgabe macht, um so weniger alle Details aufgeklärt erwarten, als sich schon geübte Untersucher mit durchaus negativem Erfolge an dem schwierigen Thema versucht haben. Ich nenne nur Claudius, der seine ganz resultatlosen Bemühungen offen bekennt, und Leydig, dessen wenige, leider durch voreilig schematisirende Bestrebungen vielfach beeinflusste Resultate sich kaum über den Standpunkt von Claudius erheben. Ich bin, sei es durch genauere Methode, sei es durch anhaltendere Bemühungen, glücklicher gewesen; es ist mir vor Allem gelungen, die Aequivalente des Corti'schen Organes und einzelner seiner Annexen mit ziemlicher Vollständigkeit im Vogelohr demonstriren zu können. Die Objecte meiner Untersuchungen waren besonders die kleineren Singvögel, Sperling, Goldammer u. s. w., die mir in beliebiger Menge zu Gebote standen; ausserdem wurden verglichen: Huhn, Taube, Krähe, Elster, Eule, Falke a. A. Ich gebe den kleineren im Allgemeinen zum Studium den Vorzug. Bemerkenswerthe vergleichend-anatomische Verschiedenheiten sind mir bei den untersuchten Arten bis jetzt nicht bekannt geworden.

Hinsichtlich der Präparation habe ich zu bemerken, dass

allerdings frische Präparate, mit Humor aqueus bereitet, zur Controle der durch das Reagens erhaltenen Bilder unumgänglich nothwendig sind, dass man sich aber als regelmässiger Methode conservirender und erhärtender Flüssigkeiten zu bedienen hat. Ich habe mich vor Allem der Chromsäure in den verschiedenen, immer genau zu bestimmenden Verdünnungen, des chromsauren und doppeltchromsauren Kali's, des Holzessigs, der Sublimatlösung bedient, die alle im Ganzen schöne Bilder liefern. Holzessig kann ich ganz besonders, freilich nicht für alle Verhältnisse empfehlen. Nach längerem Liegen in einer der genannten Flüssigkeiten erhalten sich nachher die Präparate in Glycerin recht gut. Man wird am besten thun, die ganz aus ihrer knöchernen Schale herausgenommene häutige Schnecke in die betreffende Flüssigkeit zu legen; die sehr rasche Vergänglichkeit der zarten inneren Gebilde macht dies nothwendig. Man mache dann Schnitte nach allen Richtungen, die freilich nicht ganz leicht zu erhalten sind, Zerzupfungspräparate, bemühe sich überhaupt, die hier in Betracht kommenden Theile in allen möglichen Lagen zu sehen, da sich sonst ein übersichtliches Bild nicht erreichen lässt. Näheres brauche ich wohl nicht anzugeben, da Jeder, der die schwierige Untersuchung wiederholen will, erst nach langem Versuchen zu einem Resultat kommen wird, dann aber jedenfalls allmählig von selbst auf die für die Einzelheiten besten Methoden geführt wird.

Unsere gegenwärtige Kenntniss vom Bau der Vogelschnecke basirt noch wesentlich auf den älteren Forschungen von Scarpa, Treviranus, Tiedemann, Huschke, Windischmann, denen, wenn sie auch fast nur mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln der descriptiven Anatomie unternommen wurden, die spätere Zeit nichts Wesentliches hinzugefügt hat.

Die knöcherne Schnecke bildet demgemäss einen kurzen, nur sehr wenig gebogenen, im Querschnitt rundlichen Canal. Zwei Oeffnungen setzen denselben einerseits mit der Paukenhöhle, andererseits mit dem Vorhof in Verbindung; eine dritte, feinere, der Schädelbasis zugekehrte, lässt den betreffenden Zweig des N. acusticus eintreten. Schon die ältesten Bearbeiter

des Vogelgehöres, Casserius, Perrault u. A. scheinen nicht nur diese Verhältnisse, sondern sogar schon eine Spur des häutigen Inhaltes dieses Knochencanales gekannt zu haben. Scarpa gab die erste genauere Beschreibung der häutigen Vogelschnecke. Die Grundlage derselben bildet ein knorpliges Gerüst, aus zwei soliden knorpligen Cylindern bestehend, welche an gegenüberstehenden Wänden des Knochencanales anliegend, diesen in seiner ganzen Länge durchziehen und ihn dadurch in zwei unvollkommen geschiedene Räume, Scala tympani und Scala vestibuli, theilen. An beiden Enden sind die Knorpelcylinder (Cylindri cartilaginei, Scarpa) verbunden und bilden in dieser Form ein Ganzes — den Knorpelrahmen. An der einen Seite ist die Verbindung in eine kolbige Erweiterung ausgedehnt. Die mittlere, beide Knorpel in ihrer ganzen Länge verbindende feine Membran, welche also die Trennung des Canals vollkommen macht, scheint Scarpa nicht genau bekannt gewesen zu sein, wie ihm auch die Entscheidung, ob die Knorpel in ihrer ganzen Länge dem Knochen anliegen, unklar blieb. Seine Angaben über eine Communication beider Scalen können daher keinen Werth mehr beanspruchen. Ziemlich genau erkannte er dagegen schon den gröberen Verlauf des Nerven, der in den einen Knorpelschenkel, ungefähr in dessen Mitte eintritt, innerhalb desselben nach allen Seiten hin sich verbreitet und besonders nach der erwähnten kolbigen Erweiterung hin einen längeren Ast abgiebt, der in deren Wand pinselförmig ausstrahlt. An der vorderen Grenze des Knorpels angekommen, scheinen die Nervenenden frei in die Flüssigkeit einzutreten, welche den inneren Raum des Schneckencanals ausfüllt. Genauere Angaben über die Nervenverhältnisse finden sich auch bei den auf Scarpa folgenden Forschern nicht. Dagegen wurden die anderen genannten Theile vielfach genauer bekannt. Tiedemann und Treviranus beschrieben die Form der Knorpel genauer, ihren dreieckigen Durchschnitt, die feine Membran, welche sie in der Mitte verbindet; Treviranus insbesondere zeigte, dass auch ausser diesen knorpligen Theilen der knöcherne Schneckencanal eine häutige Auskleidung besitze, welche beiderseits von den Knorpeln ausgehend, in Form eines Daches über die eben

genannten Theile ausgespannt sei. Von diesen beiden Membranen ist die die Scala vestibuli überwölbende sehr gefässreich und in zahlreiche Querfalten gelegt. Treviranus liess in letztere die Endverzweigungen des Gehörnerven eintreten und gab ihnen mit Rücksicht auf ihre desfallsige functionelle Bedeutung den Namen der Gehörblätter, Laminae auditoriae; die ganze Membran erhielt den Namen der Membr. vasculosa. Windischmann und Huschke vollendeten darauf das Bild, welches unseren gegenwärtigen Kenntnissen von der Vogelschnecke entspricht; Windischmann, indem er einiges zur Kenntniss der Membr. vasculosa beitrug, ihre Verbindung mit dem Nerven leugnete, sie auch bei Thieren auffand, bei denen sie Treviranus vermisst hatte, indem er ferner die Gefässvertheilung in der Schnecke genauer bestimmte; Huschke, indem er auf eigenthümliche zahnartige Hervorragungen an dem einen der Knorpelschenkel aufmerksam machte, denen er den Namen der „Gehörzähne" gab und deren Auffindung als der erste Anfang einer genaueren mikroskopischen Erkenntniss der hier in Betracht kommenden Theile anzusehen ist. Claudius und Leydig haben diese weiter fortzuführen gesucht; ich werde Leydig's spärliche Angaben bei der Besprechung der Einzelnheiten zu erörtern haben.

Indem ich diese nunmehr folgen lasse, unterscheide ich an der Vogelschnecke:

1. Das Knorpelgerüst [Knorpelrahmen mit der kolbigen Erweiterung, (Lagena, Windischmann)] und das Tegmentum vasculosum[1]), also die Theile, welche unmittelbar dem Knochencanal anliegen.

2. Die Lamina fenestrata, eine ungefähr in der Höhe der Zähne quer durch die Scala vestibuli ausgespannte Membran, welche einen Ansatzpunkt für die dem Corti'schen Organ der Säugethiere entsprechenden Gebilde abgiebt.

3. Die cylindrischen Körper — das eigentliche Aequivalent des Corti'schen Organes.

---

1) So soll schon hier die Membrana vasculosa der Autoren, die Gehörblätter Treviranus' benannt werden.

4. Die Membrana basilaris, welche die Verbindung beider Knorpelschenkel darstellt, mit den auf ihr liegenden Zellen.

5. Inhalt und zellige Auskleidung der Lagena.

Erst nach Betrachtung dieser Verhältnisse können der Raum der häutigen Schnecke im Ganzen und die Vertheilung des Schneckennerven erörtert werden.

I.

Der Knorpelrahmen und das Tegmentum vasculosum.

Die beiden Knorpelschenkel, welche zu einem Rahmen verbunden in eben angegebener Weise das Gerüst der häutigen Vogelschnecke abgeben, weichen in ihrer äusseren Configuration in jeder Hinsicht mehr von einander ab, als sich dies bei den Anatomen angegeben findet. Ganz abgesehen von dem Verhältniss der Schenkel zu functionell wichtigeren Theilen, den Zähnen, den Nerven, den cylindrischen Körpern u. s. w. betrifft diese Abweichung die Dicke, die Form des Querschnittes, den gleich zu beschreibenden mittleren Vorsprung jedes Schenkels, zum Theil sogar die Biegung im Ganzen.

Scarpa hat hier von einem oberen und unteren Schenkel gesprochen. Ich behalte diese Benennung der Bequemlichkeit halber bei und nenne also den oberen denjenigen Schenkel, in welchen der Nerv eintritt und welcher die Zähne und die cylindrischen Körper trägt, den unteren dagegen den gegenüberstehenden, in welchen der Haupteintritt der Gefässe stattfindet.

Der obere Schenkel ist immer beträchtlich dicker als der untere; auf dem Durchschnitt erscheint er nie, wie bei den Autoren angegeben, dreieckig, sondern die Figur ist immer eine unregelmässig viereckige (vgl. Fig. 1, Fig. 2.). Man kann demnach an demselben eine obere, hintere, untere und vordere Kante unterscheiden, die auf dem Durchschnitt natürlich als eben so viele Winkel erscheinen. Von den Seiten, welche durch diese Kanten begrenzt werden, ist nur die hintere (von der hinteren und unteren Kante begrenzte) unregelmässig convex, die anderen alle mehr oder weniger eingebogen. Ein auf

die ganze Länge des Schenkels passendes Durchschnittsbild lässt sich, abgesehen von der nach der Spitze hin allmählig etwas abnehmenden Dicke, schon deswegen nicht geben, weil die Mitte desselben einen breiten, dreieckigen, dem gegenüberstehenden Knorpel zugewendeten Vorsprung trägt, dessen stumpfwinklige Spitze gerade der Eintrittsstelle des Nerven entspricht. Dieser Vorsprung gehört vorzüglich dem Theil des Knorpels an, welcher in die untere Kante ausläuft. Aus dem sehr stumpfen Winkel des Vorsprungs ergeben sich die sehr langsam aber constant wechselnden Durchschnittsbilder des ganzen Schenkels. Was die Biegung des Schenkels im Ganzen betrifft, so scheint sie der der knöchernen Schnecke ziemlich genau zu entsprechen. Nur unmittelbar vor der Lagena finde ich eine kleine Einbuchtung, der eine gleiche am Knochencanal wohl nicht entspricht (Fig. 7 e.). Viel einfacher sind die Verhältnisse bei dem unteren Knorpelschenkel. Obschon auch dieser in seiner Mitte einen Vorsprung trägt, ist der Schenkel in seiner ganzen Länge viel gleichmässiger gebaut, so dass hier ein einzelner Durchschnitt viel eher den ganzen Knorpel repräsentiren kann. Der Grund dafür liegt darin, dass der Vorsprung sich nicht wie bei dem oberen Schenkel ganz allmählig entwickelt, sondern mehr in Form eines spitzen Hakens auf der Mitte des Schenkels aufsitzt, der nach aussen und etwas nach oben gerichtet ist und den Gefässen zur Haupteintrittsstelle dient. Unmittelbar vor und hinter ihm ist der Schenkel etwas mehr eingebogen.

Die Durchschnittsfigur des unteren Schenkels kann wirklich im Allgemeinen als dreieckig bezeichnet werden. Es ist demgemäss eine obere, untere und vordere Kante zu unterscheiden.

Die etwas convexe hintere Fläche liegt zwischen der oberen und unteren Kante; die beiden anderen Flächen sind schwach concav. Die vordere Kante dient hier, wie bei dem oberen Schenkel, zum Ansatz der gestreiften Membrana basilaris. Man sieht aus der Abbildung (Fig. 1), dass diese Membran mit der zwischen vorderer und unterer Kante gelegenen Fläche einen fast rechten Winkel bildet, und man wird daraus allein die Ueberzeugung gewinnen, dass die Leydig'sche Durchschnitts-

figur (Histologie S. 275) einem Präparate unmöglich entnommen sein kann.

Die Verbindung beider Knorpelschenkel an der Spitze, welche der Lagena gegenübersteht, hat nur das Bemerkenswerthe, dass die dadurch entstehende quere Brücke nicht eine einfach rundliche Begrenzung hat, sondern eine Einbuchtung zeigt (Fig. 7 d.). Verwickelter sind die Verhältnisse an der entgegengesetzten Seite, wo, wie schon angegeben, die Verbindung in die kolbige Erweiterung ausgebuchtet ist, welche von Windischmann den Namen der Lagena (Flasche) erhalten hat. Ueber die Art, wie die Knorpelschenkel zur Bildung der Lagena zusammentreten, geben die beigefügten Abbildungen, welche eine Reihe von Durchschnitten an der Uebergangsstelle darstellen, ein genügendes Bild (Fig. 13, 14, 15); man sieht daraus, dass nicht etwa gleichmässig die beiderseitigen oberen und unteren Kanten zusammentreten und einen Raum darstellen, der einfach als eine Fortsetzung der übrigen Schnecke zu betrachten wäre. Der Raum der Lagena ist wesentlich eine Fortsetzung der Scala vestibuli, mit deren Erweiterung, die Verengerung, Obliteration der Scala tympani gleichen Schritt hält. Der erste Anfang der Bildung der Lagena besteht in einer Annäherung der beiderseitigen unteren Kanten, während die die Scala vestibuli umgrenzenden Partieen sich auch vergrössern, aber sich weit auseinanderbuchten und mit ihren Spitzen noch nicht zusammentreten (vgl. Fig. 13). In gleichem Verhältnisse, wie sich nun die Spitzen (oberen Kanten) einander nähern, weichen die mittleren Partieen weit aus einander, so dass zuletzt ein grösserer Hohlraum entstanden ist, als einem Durchschnitt der Scala vestibuli entsprechen würde. Im Gegensatze dazu verbinden sich auf der unteren Seite nicht nur die unteren Kanten, sondern die ganzen einander zugekehrten Flächen, und verdrängen dadurch den Raum der Scala tympani in gleichem Verhältniss, als der Raum der Scala vestibuli sich vergrössert. Ich habe auf dies Verhältniss noch einmal zurückzukommen.

Die obere Kante des oberen Schenkels bedarf noch einer gesonderten Beschreibung. Während alle übrigen Kanten ein-

fache, etwas abgestumpfte Linien darstellen, ist diese ausgezeichnet durch eigenthümliche zahnartige Hervorragungen, die von Huschke entdeckten und benannten „Gehörzähne“. Diese, welche in Fig. 4, 5, 1, 2 versinnlicht sind, erheben sich in gerader, ziemlich steiler Richtung und nur ihre Spitze erscheint meist umgebogen, doch so wenig, dass man diese Biegung auch für künstlich ansehen kann. Grösse und Höhe dieser Zähne variirt bei den verschiedenen Thieren, so weit ich sie untersuchte, ziemlich beträchtlich, so dass dabei die Zahl eine verhältnissmässig wenig veränderliche zu bleiben scheint. Nie stehen dieselben dicht gedrängt an einander, sondern immer bleibt zwischen je zweien ein freier Raum, der ungefähr der Ausdehnung eines Zahnes entspricht und in den, wie später angegeben wird, ein spitzer Fortsatz der Lamina fenestrata hineinragt. Zahl und Grösse der Zähne sind aus diesem Grunde leicht zu bestimmen. Die Differenz dieser Zähne im Vergleich mit den ihnen wahrscheinlich entsprechenden der Säugethierschnecke, liegt ausser dem Vorgebrachten noch darin, dass sie sich nicht etwa allmählig als ein Resultat einer ganzen Reihe wulstförmiger Erhebungen abgrenzen, sondern dass sie mit jederseits glatter Grenze unmittelbar aus dem Boden des Knorpelrahmens sich erheben. Sie scheinen demgemäss auch in histologischer Hinsicht von dem Knorpel, der ihnen den Ursprung giebt, nicht verschieden, und werden, wie dieser, im Gegensatze zu den gefässlosen Zähnen des Säugethierohres, von einem Längsgefäss durchzogen. Auch ihre Festigkeit, Consistenz, ist keine so bedeutende, da der Druck des Deckgläschens sie sehr leicht aus der Lage bringt, und sie daher an Flächenpräparaten nicht immer deutlich zu Tage treten. Erwähnenswerthe Unterschiede der Zähne unter einander finde ich nur insofern, als dieselben in der Nähe der oberen Spitze der Schnecke allmählig an Grösse abnehmen. Doch behält auch der letzte noch seine vollkommen charakteristische Gestalt. Der Lagena zunächst finde ich dies Verhältniss nicht, hier behält auch der letzte Zahn noch seine ganz unversehrte Form. Ueberhaupt aber ist die Symmetrie der einzelnen Zähne unter einander bei

weitem nicht so ausgesprochen, wie bei den entsprechenden Gebilden des Säugethierohres.

Die Zwischenräume zwischen je zwei Zähnen erscheinen nicht ganz vollkommen vertieft, sondern auch sie sind etwas, wenn auch unvollkommen gewölbt.

Der ganze Knorpelrahmen, wie er eben geschildert wurde, ist in seiner ganzen Ausdehnung von einem reichen Gefässnetz durchzogen, das hier in Canäle eingebettet ist, welche auch nach Entfernung der Gefässe, also z. B. auf Durchschnitten, als charakteristisch geformte, scharf contourirte Lücken zurückbleiben. Ueber die Anordnung der Gefässe geben Windischmann und Leydig verschiedene Angaben, die beide um deswillen, trotz der geringen Schwierigkeit der Untersuchung, Misstrauen erregen dürfen, weil den Untersuchern wichtige Theile des Knorpelrahmens und seiner Annexen theils ganz, theils der Hauptsache nach unbekannt gewesen sind. Ich darf daher meine Ergebnisse diesen wohl entgegenstellen, trotzdem sie grösstentheils anderen Vögeln entnommen worden sind. Ein grosser Theil der Schwierigkeit des Verständnisses liegt hier in dem Umstande, dass bei den Gefässen die charakteristischen Eigenschaften, welche sie zu Capillaren, Arterien oder Venen stempeln, sehr gewöhnlich mehr oder minder modificirt erscheinen. Bei den Capillaren, denn so wird man jedes Gefäss nennen müssen, welches nur einem Blutkörperchen den Durchtritt gestattet, zeigt sich meist nicht die gewöhnliche einfache, sondern eine beträchtlich verdickte Membrana propria, ohne dass aber hier schon mehrere Schichten zu unterscheiden wären. Bei den kleineren Arterien und Venen sind hier die charakteristischen Verschiedenheiten meist noch so unvollkommen ausgebildet, dass die histologische Unterscheidung schwierig ist. Vielleicht wird sich hier aus Injectionen mehr herleiten lassen.

An dem mittleren Haken des unteren Schenkels (Fig. 7 bei a.) sehe ich zwei sehr verschieden grosse Gefässe ein- resp. austreten, von denen ich in dem einen eine Arterie (Fig. 7 a.), in dem anderen (Fig. 7 c.) eine Vene vermuthe. Das kleinere derselben, welches ich für die Arterie halte, theilt sich, sowie es in dem Körper des Knorpelschenkels angekommen ist, in

zwei verschieden grosse und nach entgegengesetzter Richtung verlaufende Zweige. Der eine dieser Zweige verläuft mitten durch den Knorpel in der Richtung nach der Lagena zu, beschreibt an der Grenze derselben einen grösseren Bogen und setzt sich dann, an Grösse etwas vermindert, in dem oberen Knorpelschenkel fort, auch hier ziemlich die Mitte desselben einhaltend. Er durchläuft dann den ganzen Schenkel bis zur Spitze, wo er mit dem entgegengesetzt kommenden (Fig. 7 i.) zusammentrifft. Als ein noch ziemlich beträchtlicher Ast tritt er dann aus dem Knorpel heraus, um, wie es scheint, in das Tegmentum vasculosum einzutreten. Man kann auch, bis der Zusammenhang ganz genau festgestellt ist, das Gefäss h. (Fig. 7) als ein zweites in den Knorpel eintretendes ansehen. Während dieses Verlaufes gehen von diesem Gefäss eine Menge theils unregelmässig gestellter, theils in regelmässigen Abständen entspringender Aeste ab, welche schliesslich fast alle die Richtung nach dem Tegmentum vasculosum nehmen. Das Genauere wird durch die Abbildung deutlich genug. Besondere Erwähnung verdienen nur diejenigen Aeste, welche im oberen Knorpel je an der Stelle eines Zahnes von dem Hauptgefäss abgehen. Diese treten an der hinteren Fläche eines Zahnes zunächst in die Höhe, durchbohren diesen und treten an der Spitze desselben wieder heraus. Zuweilen sind sie nicht vollständig in den Knorpel eingeschlossen, sondern liegen nur in einer Rinne an der hinteren Fläche eines Zahnes. Schon an der Basis eines Zahnes theilt sich dies Gefäss und giebt einen hinteren Zweig ab (Fig. 2 i.), der aber schliesslich, eine Zeitlang noch zwischen Knorpel und Tegmentum vasculos. verlaufend, zuletzt in das letztere eintritt. Der andere Ast, welcher erst an der Spitze des Zahnes aus diesem heraustritt, theilt sich hier wieder in zwei Zweige, die von verschiedener Seite in das Tegmentum vasculosum eindringen und sich hier verästeln.

Das zweite grössere Gefäss, welches an dem Haken des unteren Schenkels sichtbar wird, gehört nur sehr wenig dem Knorpel selbst an; es ist nur in dem Haken selbst vom Knorpel eingeschlossen, tritt dann aber aus demselben heraus und

verläuft bogenförmig über die Grenze der Lagena in der in der Abbildung bezeichneten Weise sich nach oben gegen das Tegmentum vasculosum wendend und in diesem sich verästelnd. Wenn das Gefäss erhalten ist, wird es immer dicht mit Blut gefüllt angetroffen; es steht wohl nichts entgegen, in demselben die Vene zu sehen.

In ähnlicher Weise wie von den Gefässen wird der obere Knorpelschenkel von Canälen durchzogen, welche den Nerven in sich aufnehmen; das Genauere wird am besten bei der Beschreibung des Nerven besprochen.

An die Beschreibung der Knorpel an und für sich reihe ich die Betrachtung desjenigen Gebildes, welches gewöhnlich als Membr. vasculosa oder als Laminae auditoriae (Treviranus) bezeichnet wird. Man denkt sich bei diesem Namen, dass die Wände des Knochencanals an den Stellen, wo sie von den Knorpeln nicht berührt sind, von einer einfachen Membran ausgekleidet werden, die mit den beiderseitigen Spitzen der Knorpel verbunden auch als eine membranöse Ueberdachung dieser Knorpelbasis angesehen werden kann; die die Scala vestibuli in dieser Weise überwölbende Membran ist in regelmässiger Weise gefaltet und gefässreich, und sie ist es, welche mit obigem Namen bezeichnet wird. Das Verhältniss ist nicht so einfach, als es hiernach scheinen könnte. Die sog. Membr. vasculosa ist keine einfache, gefaltete Membran, sondern ein dickes, dichtes Convolut von eigenthümlichen zelligen Theilen, die von einem engen Gefässnetz durchzogen werden. Man wird, da für diese Art der Gewebebildung ein histologischer Begriff eigentlich noch nicht existirt, am besten unbestimmt von einem vasculösen Dach, einem Tegmentum vasculosum sprechen.

Fig. 1 giebt von diesem Gebilde einen Durchschnitt, der dessen bedeutende Dicke im Verhältniss zur übrigen häutigen Schnecke, sowie seine Zusammensetzung versinnlicht. Genauere Maasse würden zum Verständniss nichts beitragen. Die äussere Form des Tegmentum betreffend, so ist zuerst eine convexe obere Fläche zu unterscheiden, welche der Knochenwand dicht anliegt, und welche fast gar nicht gefaltet erscheint. Die Stellen, wo sich die obere Convexität nach innen umbiegt

(Fig. 1 g. h.), gehen nicht direct von den beiderseitigen Spitzen der Knorpel aus, wie man sich dies von einer Membr. vasculosa gedacht hatte, sondern liegen einerseits der hinteren, oberen Fläche des oberen Knorpels (Fig. 1 g.), andererseits der inneren des unteren Knorpels (Fig. 1 unter h.) auf. Zwischen diesen Stellen ragt die untere, regelmässiger gestaltete Fläche des Tegmentum frei in den Raum der Scala vestibuli herein. An dieser fällt zunächst eine tiefe, der Länge nach ungefähr in der Mitte verlaufende Furche (Fig. 1 über e.) auf. Ausser dieser ist die Substanz des Tegmentum allerdings in mehr oder minder regelmässige Querfalten gelegt, welche den Beobachtern zuerst aufgefallen sind, aber besonders deutlich werden, wenn das ganze Gebilde nur zum Theil erhalten ist. Schon aus diesem Grunde dürften sie nur dem unteren Theil des Ganzen angehören. Das weitere Verhalten macht dies noch deutlicher. In der Länge nämlich reicht das ganze Gebilde von der Spitze der Schnecke nur bis zum Anfang der Lagena, so dass das knorplige Gerüst der letzten rings dem Knochen direct anliegt. Trotzdem erscheinen in der ganzen Länge der Lagena, von deren oberer Wand herabhängend, gefässreiche Trauben, dem Gewebe des Tegmentum durchaus entsprechend, und sich einerseits direct in dieses, andererseits in das Epithel der Lagena fortsetzend. Da nun der Knorpel der Lagena als aus der Vereinigung der oberen Kanten der Knorpelschenkel entstanden anzusehen ist, das Tegmentum vasculosum aber zum grössten Theil über und hinter diesen Kanten liegt, so kann sein Fortsatz in die Lagena nur als seiner unteren Partie entsprechend angesehen werden. Er zeigt aber Quer- und Längsfalten sehr deutlich, die bei dem viel dünneren und spärlicheren Gewebe besonders deutlich zu Tage treten.

In der Scala tympani findet sich kein Analogon dieses vasculösen Daches, sondern hier wird der Verschluss des häutigen Canales einfach durch das Periost der Knochenwand bewerkstelligt, welches sich beiderseits an den Knorpel anschliesst.

Die nächste Frage nach Betrachtung dieser gröberen Verhältnisse ist die nach dem histologischen Zusammenhang der beschriebenen Gebilde sowohl untereinander als mit der knö-

chernen Wand. Die Entscheidung, ob hier der Knochen direct an den Knorpel, an das Tegmentum vasculos., letzteres direct an den Knorpel stösst, oder ob die genannten Theile durch ein zwischenliegendes Bindegewebe verbunden werden, ist nicht eben leicht, und mehr aus theoretischen Gründen als aus der directen Beobachtung herzuleiten. Diese Gründe liegen vor Allem in dem Umstande, dass die gedachten Theile so leicht aus ihrer knöchernen Schale herauszunehmen sind, was bei einem innigen Uebergange nicht denkbar wäre, dann aber in der Thatsache, dass an manchen Stellen (Fig. 1 bei g.) zwischen Tegmentum vasculos., Knochen und Knorpelgefässe beobachtet werden, die ein sie tragendes bindegewebiges Gerüst durchaus verlangen. Letzteres lässt sich auch, wenn auch unvollkommen, durch die Beobachtung nachweisen.

Ueber das Periost der Scala tympani kann ich einstweilen noch nichts aussagen.

Was die histologischen Verhältnisse der eben geschilderten Theile angeht, so hat man, indem man den Namen des Knorpelrahmens bis jetzt beibehielt, zugleich eine histologische Bestimmung gemacht. Indessen trifft von den gewöhnlichen Charakteren des Knorpelgewebes bis jetzt eigentlich kein einziger zu. Die chemische Bestimmung ist noch nicht gemacht, und die morphologischen Verhältnisse stimmen durchaus nicht. Man hat in histologischer Hinsicht eine Grundsubstanz zu unterscheiden, mit eingelagerten kleinen zelligen Theilen. Die Grundsubstanz ist der des hyalinen Knorpels analog mit der Ausnahme, dass in derselben regelmässig faserige Züge sichtbar werden, die aber nicht im mindesten an diejenigen des Netzknorpels erinnern. Diese Faserzüge, die man theoretisch gern als Kunstproducte ansprechen würde, sind doch an manchen Stellen, besonders der Lagena, in zu grosser Regelmässigkeit angeordnet, als dass dies gerechtfertigt sein könnte. Die Zellen, welche die Grundsubstanz durchziehen, sind durchweg sternförmig, klein, mit ihren Ausläufern anastomosirend und einen kleinen, rundlichen, immer scharf markirten Kern tragend. Versuche, die zelligen Theile nach Förster's neuer Methode zu isoliren, haben mir noch kein befriedigendes Re-

sultat ergeben. Jedenfalls haben die Zellen keine doppelte Membran. In chemischer Hinsicht habe ich das Gewebe noch nicht untersucht. Jedenfalls wird es der Mühe lohnen, dasselbe histologisch genauer zu bestimmen, um ihm unter der Gruppe der Bindesubstanzen eine bestimmtere Stelle anzuweisen.

Die Constituentien des Gewebes des Tegmentum vasculosum sind der Hauptsache nach schon genannt worden. Wir haben ein dichtgedrängtes zelliges Parenchym, von einem sehr reichen, verwickelten Gefässnetz getragen. Die Zellen, welche dies Parenchym zusammensetzen, sind ohne Zwischensubstanz dicht aneinander gefügt. Nur zerstreute, mit den Gefässen verlaufende Bindegewebszüge scheinen zur Festigkeit des Ganzen beizutragen. Man kann sich darüber an Stellen, wo die Zellen entfernt sind, vergewissern. Die zelligen Theile sind in zwei bestimmt unterschiedene Gruppen zu sondern, die centralen, welche die Hauptmasse des Parenchyms bilden, und die peripherischen, welche in einfacher Zone die ganze Peripherie des Gebildes, die obere Convexität und die inneren Falten umsäumen. Die peripherischen sind einfache, dicht gedrängt stehende, entweder ganz hyalin oder nur sehr wenig körnige Zellen, von rundlicher, nicht platter Form, mit rundlichem, scharf contourirtem Kern. Man kann sie mit gleich zu beschreibenden Zellen aus dem Inneren der Schnecke, auch wohl mit den Claudius'schen Zellen des Säugethierohres vergleichen, doch bleiben immer Unterschiede; als ein gewöhnliches Epithel dürfen sie nicht bezeichnet werden. Für die centralen, die Hauptmasse bildenden Zellen ist die Grösse, die gleichmässig körnige Beschaffenheit, der rundliche Kern charakteristisch; die Zellen hängen sehr fest aneinander, so dass sie sich schwer mit glatter Oberfläche isoliren; sie erhalten eben dadurch meist ein etwas polygonales Aussehen. Die körnige Beschaffenheit erscheint ebenso wohl an frischen, wie an durch die gewöhnlichen Reagentien veränderten Präparaten. Verdünnte Essigsäure hellt sie nur wenig auf; Holzessigpräparate zeigen sie nur wenig verändert. Die körnige Beschaffenheit lässt sich bis jetzt noch nicht auf charakteristisch geformte Bestandtheile

zurückführen. Die Zellen haben fast keine Spur von flüssigem Inhalt; die körnigen Elemente desselben liegen daher so dicht und untrennbar auf einander, dass sie einer genaueren Untersuchung noch nicht zugänglich sind. Pigmentirt sind sie nie. Ich kann nur eine Zellenformation mit den genannten vergleichen; es sind das die Zellen, welche die Hauptmasse der Stria vascularis der Säugethierschnecke darstellen. Schon in meiner Arbeit über die Säugethierschnecke habe ich beide Theile als sich entsprechend bezeichnet und kann das hier nur wiederholen; ausser den charakteristischen Zellen giebt auch die Anordnung der Gefässe wohl einen Vergleichspunkt ab. In letzter Beziehung ist das Tegmentum vasculosum als ein Apparat aufzufassen, geeignet, das Gebiet des Capillarstromes in engem Raum unverhältnissmässig zu vergrössern. Seine Gefässe gehören fast ausschliesslich den Capillaren an, die erst ausserhalb desselben an den vorhin bezeichneten Stellen weiteres Kaliber annehmen. Dieselben bilden ein sehr engmaschiges Netz, das aus der beigefügten Abbildung klar wird; an den unteren Falten finden sich schlingenförmige Umbiegungen, sonst eben keine charakteristischen Formen. Ich habe vorhin die Hauptgefässstämme der häutigen Schnecke, die das Material für die Gefässe des Tegmentum abgeben, als Arterie und Vene bezeichnet, ohne das stringent beweisen zu können; für den Fall, dass diese Auffassung falsch ist, würde die Gefässanordnung im Tegmentum den sogenannten Wundernetzen einzureihen sein. Beide Auffassungen dürften für die physiologische Function ziemlich auf dasselbe herauskommen.

II.
Die Lamina fenestrata.

Mit der Beschreibung dieses Gebildes beginne ich die Besprechung der im Inneren der Scala vestibuli gelegenen Theile, also der an functioneller Wichtigkeit am höchsten stehenden. Man hat bisher fast ganz vergeblich nach ihnen gesucht.

Ich bezeichne mit dem Namen der Lamina fenestrata eine bis jetzt durchaus ungekannte Membran, die von den hierhergehörigen Theilen der am leichtesten zu beobachtende ist, und

die in hohem Grade geeignet ist, das Interesse des Histologen wie des Physiologen zu erregen. Dieselbe ist in der Höhe der Zähne quer durch den Raum der Scala vestibuli ausgespannt, beiderseitig befestigt und daher in ähnlicher Weise die Scala vestibuli in zwei Räume trennend, wie dies bei der Säugethierschnecke der Fall ist. Die Verschiedenheiten, die mir hinsichtlich derselben bei den untersuchten Vogelarten aufgefallen sind, sind bis jetzt nur unwesentlich, und ich erwähne in vergleichend-anatomischer Hinsicht einstweilen nur, dass ich eine entsprechende Membran auch aus dem Gehörorgan der Batrachier kenne, denen man gemeinhin eine Schnecke abspricht.

In histologischer Hinsicht reiht sich diese Lamelle in ihrer allgemeinen Form denjenigen Membranen nahe an, welche man in der Histologie bisher als „gefensterte Membranen" zu bezeichnen pflegt, ohne jedoch diesen durchaus zu entsprechen. Charakteristisch ist die Regelmässigkeit der Oeffnungen und die hyaline, absolut structurlose Beschaffenheit der die Oeffnungen trennenden Grundsubstanz, in der nichts an die faserigen Bildungen bekannter Gewebe erinnert. Wenn man daher in der Histologie die gefensterten Membranen, der Gefässe z. B., als Geflechte anastomosirender elastischer Fasern, die eben dadurch Zwischenräume zwischen sich lassen, bezeichnet, eine Auffassung, die aber wenigstens in allgemeiner Fassung sehr zu Zweifeln Anlass giebt, so gehört diese Lamelle nicht zu ihnen.

Die Lamina fenestrata bildet nicht etwa eine einfache durchlöcherte Lage, sondern sie erreicht durch mehrere über einander liegende, aber eng mit einander verbundene Schichten, besonders an gewissen Stellen, eine nicht unbedeutende Mächtigkeit. Nicht immer und an allen Stellen sind solche über einander liegende Lamellen eng mit einander verwachsen, jedenfalls aber sind die einzelnen Lagen nicht trennbar. Die Oeffnungen der einzelnen über einander liegenden Lagen fallen nur zum Theil zusammen, dann natürlich kurze Canäle bildend, zum Theil aber decken sie sich nur unvollkommen, so dass dann durch ein Loch die Zwischensubstanz einer unter-

liegenden Lage gesehen werden kann. — In Rücksicht auf histologische Systematik kann ich dem Gesagten wenig mehr für jetzt hinzufügen. Ausser der vollkommenen Structurlosigkeit würde die ganz hyaline, sehr glänzende Beschaffenheit sie den Glashäuten einreihen. Doch steht dem die grosse Vergänglichkeit, sowie die geringe Resistenz gegen die meisten eingreifenderen Reagentien entgegen. Schon durch Wasser, noch mehr aber durch verdünnte Alkalien und Mineralsäuren, auch Essigsäure wird sie rasch zerstört. Ihr Verhalten gegen die vorhin genannten conservirenden Flüssigkeiten bezeichnet sie als verschieden von den anderen innerhalb der Scala vestibuli gelegenen Theilen, den gleich zu beschreibenden cylindrischen Körpern und den zelligen Theilen. Sie wird durch diese sehr wenig verändert, hält sich in stärkeren Concentrationsgraden und bleibt auch in diesen durchaus homogen mit unverändertem Glanze.

Als bezeichnend für den histologischen Charakter kann vor der Hand nur noch der gewebliche Zusammenhang angeführt werden, in dem die Membran beiderseitig mit Theilen steht, die der Bindesubstanzgruppe angehören. Die Histogenese wird voraussichtlich bestimmtere Anhaltspunkte geben; ich habe noch keine Erfahrungen darüber.

Ich will hier nicht unterlassen, theils möglicher Verwechselungen, theils vielleicht späterer Anhaltspunkte wegen, auf zwei Beobachtungen hinzudeuten, die häufig zu machen Gelegenheit ist. Die eine betrifft das Vorkommen über die ganze Membran hinziehender, nicht scharf contourirter Faserzüge, die man aus diesem Grunde leicht für varicös halten kann. Ich habe mich überzeugt, dass in solchen Fällen Theile, die dem überliegenden Tegmentum angehörten und durch die Präparation in abnorme Lage gebracht waren, diesen Anschein entweder so erzeugten, dass sie in Resten auf der L. fenestrata liegen blieben, oder nur Abdrücke auf derselben erzeugten.

Die zweite Beobachtung betrifft feine, glänzende Fäserchen, welche ich häufig über die Membran, von einem Loch zum anderen, verlaufen sehe, und deren Deutung mir noch nicht ge-

lungen ist. Vielleicht hat man es auch hier mit Abdrücken oder abgerissenen Kanten zu thun. Auch diese Fäserchen sind nicht scharf contourirt, sondern haben ein etwas gezacktes Ansehn.

Die genauere Beschreibung der eben im Allgemeinen charakterisirten Lamelle hat vor Allem das Verhalten in der eigentlichen Schnecke und in der Lagena zu unterscheiden, welches hier ein durchaus verschiedenes ist.

In der Schnecke selbst ist sie fast in der Höhe der Zähne der Art ausgespannt, dass sie dort zum Theil von den Zähnen selbst, zum grössten Theil aber von dem die Zwischenräume zwischen zwei Zähnen begrenzenden Gewebe des Tegmentum vasculosum seinen Ausgang nehmend, auf der entgegengesetzten Seite in entsprechender Weise nicht an dem Knorpel selbst, sondern an dem, Knorpel und Tegmentum verbindenden Bindegewebe befestigt scheint. Den letzteren Umstand kann ich nicht ganz zweifellos hinstellen, da die Membran sich fast nie auf beiden Seiten befestigt erhält und dann fast regelmässig an der Seite des oberen Knorpels hängen bleibt.

In der Breite, welche der Membran auf diese Weise zukommt, kann man den vorderen gross gezackten Anfangstheil (Fig. 3 a., Fig. 6 c.) die mittlere Kante zum Ansatz eines Theiles der cylindrischen Körper (Fig. 3 b., Fig. 6 b.) und den ganz freien Theil unterscheiden (Fig. 3 c., Fig. 6 a.).

Der Anfangstheil, dem oberen Schenkel zunächst, beginnt mit einer Reihe grosser, spitzer Zacken, welche an Zahl den Zähnen entsprechen und demgemäss entsprechend grosse Bogen zwischen sich lassen. Eine jede solche Zacke (Fig. 3 a., Fig. 5 f.) passt in die Mitte des Zwischenraumes zwischen zwei Zähnen, daselbst bis auf den Boden des Knorpels reichend, und zum Theil hier, zum Theil an dem anstossenden Tegmentum vasculos. befestigt. Sie reisst hier leicht ab, so dass dann die Zacke weit in die Höhe gehoben erscheint (Fig. 4, Fig. 5.). Die Mitte des Bogens reicht in der Höhe bis an die Spitze eines Zahnes, an dem sie auch befestigt scheint. Von ihrer Ursprungsstelle an bis dahin, wo die letzten cylindrischen Körper (vgl. sogleich) ihren Ansatz haben, verändert die Membran ihren Dickendurchmesser stetig, wenn auch verhältnissmässig

gering; an dieser Ansatzstelle, der mittleren vorspringenden Kante (Fig. 3 b.), ist der Durchmesser am beträchtlichsten. An Durchschnitten, die der Zartheit der Membran entsprechend, nie ein vollkommen normales Bild geben können, erscheinen die Verhältnisse wie in Fig. 1 e., Fig. 2 f.. Die dreieckige Form, die in allen meinen Durchschnitten sichtbar ist, halte ich nur zum Theil für wirkliche Durchschnittsform, zum anderen Theil aber für durch Faltung erzeugt. Die ganze Fläche, von dem Anfangsbogen bis zu der mittleren Kante, dient den sogleich zu beschreibenden cylindrischen Körpern zum Ansatz; an abgerissenen Exemplaren markiren sich diese Ansätze nicht mehr. Die Kante selbst ist keine glatte Linie, sondern erscheint nach Abreissung der Ansätze immer mehr oder weniger unregelmässig.

Von der Kante bis nach aussen wird die Membran wieder dünner, zuletzt nur aus wenigen dünnen Lagen über einander zusammengesetzt, also auch wieder ein helleres, glänzenderes Aussehen erhaltend. Der jenseitige Ansatz scheint etwas tiefer zu stehen als der Beginn von dem oberen Knorpel, was auch bei dem Zusammenhangsverhältniss der Membran vorn mit den Zähnen und den cylindrischen Körpern leicht begreiflich ist.

Diese drei Regionen der Lamina fenestrata sind auch durch die Anordnung und Form der Löcher hinlänglich charakterisirt. Aus der Abbildung wird dieser Unterschied deutlich (Fig. 3, Fig. 6.). Während die Löcher anfangs schmal, klein, länglich den Bogen umsäumen, dann etwas gedrängter, rundlicher werden, unregelmässiger stehen, werden sie zuletzt wieder gross, länglich-rund, in sehr regelmässiger Reihenfolge auf einander folgend, manchmal so regelmässig, dass die Zwischensubstanz den Anschein regelmässig neben einander gelegter Bänder erhält.

In der Lagena ist von den eben beschriebenen Verschiedenheiten nichts mehr wahrzunehmen. Die Lamina fenestrata hat hier ihre regelmässige Form ganz aufgegeben und löst sich auf in ein feinfasriges Reticulum, mit kleinen, engen, dichtgedrängten, unregelmässigen Maschen, die von feinen, cylindrischen

Bälkchen umgrenzt werden. Auch hier hat man es mit einem dichteren, voluminösen Netz, nicht mit einer einzigen ebenen Lage zu thun. Auch die gröbere Anordnung des Netzes hat in der Lagena eine andere Gestalt angenommen. Sie ist hier nicht mehr gerade und straff durch den Raum der Lagena ausgespannt, sondern der unteren Wölbung der Lagena sich nähernd, wird auch sie etwas gewölbt und tritt der zelligen Auskleidung hier sehr nahe.

Das Nähere, besonders mit Rücksicht auf die ihr aufliegenden Otolithen, bei Betrachtung der Lagena im Ganzen.

III.
Die cylindrischen Körper.

Der Einzige, der von den hier zu beschreibenden Gebilden eine Andeutung gesehen zu haben scheint, ist Leydig gewesen. Nach seinen Angaben finden sich an den Stellen, wo die gestreifte Haut, welche beide Knorpelschenkel der ganzen Länge nach verbindet, an den oberen Schenkel des Rahmens angrenzt, äusserst blasse, gallertige, cylindrische Zellen, die sich sehr schwer conserviren, sich gern im Zusammenhang abheben und dann auf der Fläche dieser Haut anscheinend helle Lücken zwischen den die Haut zusammensetzenden Theilen erscheinen lassen. Die beigefügten Zeichnungen vervollständigen diese unbestimmten Angaben durchaus nicht.

Die Apparate, auf die es hier ankommt, haben nicht allein in der Form eine bedeutend grössere Mannichfaltigkeit, als ihnen Leydig, der nur einen kleinen Theil derselben unvollkommen gesehen hat, zuschreibt, es ist auch der Ort, der von ihnen eingenommen wird, ein ganz anderer.

Diese Theile, die hiermit den Namen „cylindrische Körper“ erhalten sollen, sind zum Theil längliche, zum Theil etwas gebogene cylindrische, solide Stäbe, mit entweder rundlichem, oder etwas eckigem Querschnitt, manche auch etwas abgeplattet, alle einen Kern tragend, sonst aber aller Merkmale einer Zelle entbehrend.

Form, Lage, Zahl und Anheftung dieser sonderbaren Gebilde veranschaulichen Fig. 2, Fig. 5, Fig. 6. u. A.

Was zunächst die allgemeinsten Verhältnisse der Form angeht, so ergiebt sich, dass wir es hier nicht wie bei der Säugethierschnecke mit einer bestimmten Zahl ganz bestimmt geformter Gebilde zu thun haben, sondern die auf einem Punkt in viel grösserer Zahl und Unregelmässigkeit angehäuften Körper finden sich von dem geraden, langgestreckten Cylinder (Fig. 4 c., Fig. 6 d., Fig. 9 b.) bis zu einem in Quer- und Längsdurchmesser wenig verschiedenen, schief gestellten Gebilde, das sich unmittelbar an regelmässige, rundliche Zellen anschliesst.

Wollen wir demnach die Theile bestimmter classificiren, so können wir zuerst die längsten, ziemlich gerade gerichteten Cylinder unterscheiden. Diese bleiben sich in ihrem Querschnitt ihrer ganzen Länge nach ziemlich gleich. An isolirten Theilen zeigt sich dieser häufig als ein unregelmässig rundliches Lumen, dem vorderen Ansatz entsprechend. Dem oberen Ansatz zunächst plattet sich die Substanz plötzlich ab (Fig. 9 b.) und diese dünnere Stelle heftet sich an die mittlere Kante der Lamina fenestrata (Fig. 6 b.). Indem nun eine Menge dieser Gebilde nicht nur neben einander liegen, sondern auch nach hinten an entsprechende eng anstossen, platten sie sich gegenseitig etwas ab, so dass die einzelnen Cylinder in situ einen etwas polygonalen Querschnitt zu haben scheinen. Solcher langgestreckter Cylinder finden sich mehre unregelmässige Reihen, von denen also die vordersten, untersten an die Kante der L. fenestrata selbst sich festheften. Die nächstoberen sind, ihrer Ansatzstelle entsprechend, natürlich etwas kürzer.

Die an Grösse diesen zunächst folgenden zeichnen sich schon dadurch aus, dass ihr Längsdurchmesser nicht mehr die vollkommen gerade Richtung annimmt, sondern mehr oder weniger gebogen erscheint, ohne dass aber Anfangs schon im Breitendurchmesser an Basis und Ansatz eine wesentliche Abweichung zu bemerken wäre. Der Ansatz dieser Theile an die L. fenestrata geschieht ohne obere Abplattung. Die nächsten bis zu den kleinsten Cylindern sind eben nur durch ihre Grösse verschieden, sowie durch eine entweder ein- oder beiderseitige Zuspitzung der Ansätze (Fig. 5 e., Fig. 6 e. u. A.).

Jedes dieser Gebilde trägt an seiner Basis einen ziemlich grossen, runden, scharf contourirten Kern mit kleinem punktförmigen Kernkörperchen. Die Analogie mit ähnlichen Vorkommnissen in der Säugethierschnecke darf nicht verleiten, diese leicht zu beobachtenden Kerne als etwas ausserhalb des Cylinders gelegenes zu betrachten. Sie liegen wirklich innerhalb derselben.

Was nun Lage und Anheftung der Cylinder betrifft, so wird dies Verhältniss von Leydig so auffallend unrichtig angegeben, dass man zu dem Schlusse genöthigt wird, seine darauf bezüglichen Abbildungen für durchaus schematisch und keinem Präparate entsprechend zu halten.

Der Ausgang der Cylinder oder die Festheftung ihrer Basis befindet sich also nicht, wie Leydig zeichnet, an dem Ursprung der gestreiften, mittleren Membran (die ich als M. basilaris sogleich beschreiben werde, Fig. 2 h., Fig. 7 g.), sondern auf dem oberen Knorpelschenkel selbst und zwar an der Stelle, wo die Zähne ihren Ursprung nehmen, und zum grossen Theil an den Zähnen selbst.

Die Basis der Zähne, ihre ganze Höhe, sowie die etwas gewölbten Zwischenräume zwischen zwei Zähnen sind die betreffenden Stellen.

Fig. 2, 4, 5, 6 veranschaulichen dies Verhalten.

Das genauere Verhalten ist hier so, dass die geraden, langgestreckten Cylinder von der Basis der Zähne und dem Zwischenraum zwischen zweien ausgehen, während an den Zähnen selbst vorzugsweise die kleineren, unregelmässiger geformten Cylinder befestigt sind. An dem unteren Theil eines Zahnes sitzen indessen auch schon grössere. Die Art, wie die Cylinder hier befestigt sind, scheint mehr die eines blossen Ansatzes zu sein, nicht aber so, als wenn die beiderseitigen Substanzen, das Gewebe der Cylinder und das Gewebe des Knorpels unmittelbar in einander übergingen. Die Trennung geschieht sehr leicht und ohne dass ein Abdruck des Cylinders am Knorpel oder gar ein Stück eines Cylinders hier hängen bliebe. Nie ist der Ansatz fester als die Substanz des Cylinders. Von ihrem Ansatz ausgehend ist die Richtung, welche die Cylinder

nehmen, eine durchaus verschiedene, zum Theil etwas aufsteigend, zum Theil horizontal, zum Theil sogar etwas nach abwärts gewandt; da die mittlere Kante der Lamina fenestrata ziemlich tief herabreicht (Fig. 1, 2.), so kann die aufsteigende Richtung selbst der untersten Cylinder nicht eben sehr bedeutend sein. Im Allgemeinen kann man daher die Richtung als eine nahezu horizontale und nur die der höchst stehenden als eine etwas nach abwärts gekehrte annehmen. Die Richtung muss indessen auch in derselben Fläche noch genauer bestimmt werden. Bei dem grössten Theile der Cylinder, nämlich bei allen geraden, langgestreckten, ist diese Richtung eine gerade nach vorn, also dem gegenüberstehenden (unteren) Knorpelschenkel zugekehrte. Indem sich diese daher in mehreren nicht ganz regelmässigen Reihen hintereinander an der Lamina fenestrata befestigen, bilden sie mit deren Längsaxe einen nahezu rechten Winkel. Anders verhält es sich mit den kleineren, etwas gebogenen Cylindern, welche an den Seitentheilen der Zähne befestigt sind. Diese wenden sich, von hier ausgehend, gerade nach aussen, dem benachbarten Zahn zugekehrt. Es wird dadurch möglich, dass die untersten derartigen Cylinder, welche dem Knorpel vollständig aufliegen, wenn sie von benachbarten Zähnen ausgehen, sich mit ihrer der Basis entgegengesetzten Spitze direct berühren (Fig. 6 i.). Die Beobachtung weist dies demnach auch von diesen und noch wohl den nächst oberen nach. Die anderen der kleinen Cylinder, welche auch nach aussen, aber auch zugleich etwas nach oben gerichtet sind, setzen sich an der L. fenestrata etwas oberhalb ihrer vorderen Grenzlinie fest, die grossen vorderen Bogen ziemlich genau umsäumend (Fig. 5 e., Fig. 6 e.) Auf die geschilderte Weise entsteht dann für die ganze Gruppe der cylindrischen Körper von der Fläche gesehen, das Bild, welches in Fig. 6 veranschaulicht wird. Man sieht daraus bei Vergleichung mit Durchschnittsbildern, dass sowohl die Zwischenräume zwischen zwei Zähnen, als auch der Sulcus, der zwischen der vorderen Concavität eines Zahnes und der Knorpelbasis bleibt, fast ganz von dem Parenchym der cylindrischen Körper ausgefüllt wird, und dass hier die einzelnen Gebilde so dicht gedrängt stehen, dass

daneben durchaus kein Raum mehr übrig bleibt. Diese Ausfüllung geschieht aber bis zum Rande des Knorpels, also bis zur Membr. basilaris; sie wird in dem Raum, den die Cylinder bis dahin nicht ausfüllen, durch eine Gruppe grosser, dünnwandiger, hyaliner Zellen bewerkstelligt, welche unmittelbar unter den cylindrischen Körpern liegen und welche Fig. 2 g., Fig. 6 g., Fig. 10 c. verdeutlicht. An der Grenze des Knorpelschenkels reichen diese Zellen unmittelbar an die zelligen Theile, welche auf der Membr. basilaris liegen und welche sogleich näher betrachtet werden.

Die Eigenschaften der eben im Grossen geschilderten cylindrischen Körper sind noch näher zu erörtern.

Gegen ihre Deutung als Zellen, wenigstens in der einfachen Weise, wie sich das Leydig, der nur einen kleinen Theil derselben unvollkommen gesehen hat, denkt, darf wohl protestirt werden. Ein persistirender Kern reicht nicht aus, ein Gebilde, wenn es auch einer einzigen Zelle seinen Ursprung verdankt, im fertigen Zustand noch einfach als Zelle zu bezeichnen. Gegen die anatomische Deutung als Zelle spricht die Form, die bei den grösseren Cylindern deutliche Unterscheidung in einen vorderen (rundlichen), einen oberen (platten) Theil, das an abgerissenen Exemplaren häufig deutliche Lumen, der gleichmässige ziemlich feste Inhalt. Natürlich bliebe der Nachweis zu liefern, dass diese Gebilde weiterer zelliger Functionen unfähig sind, ein Beweis, der vor der Hand noch nicht zu liefern ist; über die möglichen histologischen Veränderungen derselben ist mir eben so wenig wie über ihre Genese überhaupt etwas bekannt geworden.

Man hat an den Cylindern jedenfalls eine Hülle und einen Inhalt zu unterscheiden. Bei Behandlung mit verschieden concentrirten Reagentien wird es leicht die Membran an der dann entstehenden Faltenbildung zu erkennen. Besonders sind hier Holzessigpräparate zu empfehlen. Wenn auch grössere Falten dann nicht hervortreten, wird doch ein fein gezacktes Aussehen des Randes unter diesen Umständen fast immer bemerkt, was besonders, wenn das Reagens den Inhalt zum Theil zerstört hat, leicht zu Verwechselungen Anlass geben kann.

Die Grenze zweier an einander liegender cylindrischer Körper gewährt in solchen Fällen leicht das Ansehen einer zwischen den Cylindern gelegenen etwas varicösen Faser.

Die Membran kann jedenfalls nur als ausserordentlich fein, zart und nachgiebig angesehen werden. An Nachgiebigkeit scheint ihr der Inhalt zu entsprechen, der im übrigen noch nicht näher bestimmt werden kann. Man hat ihn jedenfalls anzunehmen, da Falten der äusseren Hülle eben so wie ein Lumen des ganzen Gebildes verhältnissmässig leicht zu beobachten sind. Ganz dünnflüssig kann der Inhalt nicht sein, da trotz der feinen Membran die Cylinder so sehr gewöhnlich ihre normale Form behalten, selbst wenn sie, wie an manchen Durchschnittspräparaten, ganz frei hängend gefunden werden. Sehr selten erscheinen die Cylinder in abnormer Biegung. Doch kommen diese vor, und schon aus dem Grunde kann der Inhalt auch nicht ganz fest sein; dagegen spricht auch die sehr leichte Alteration und die sehr leicht sichtbaren Falten der Membran. Man wird deshalb den Inhalt als eine ziemlich consistente, gallertige Masse anzunehmen haben, die der Membran eng anliegt, leichter wie diese zerstört wird.

An den einzelnen cylindrischen Körpern finde ich in ihrem desfallsigen Verhalten keine nennenswerthen Unterschiede.

Ueber die chemischen Verhältnisse derselben bin ich vor der Hand wenig mitzutheilen im Stande; das Verhalten gegen die oben genannten Conservationsflüssigkeiten giebt vor der Hand wenig Anhalt. Jedenfalls muss, nach diesen zu urtheilen, ihr Verhalten verschieden sein von der Lamina fenestrata, von der Membr. basilaris und vor Allem von den ihnen wahrscheinlich entsprechenden Corti'schen Fasern der Säugethierschnecke.

Ich erwähne also nur, dass sie von Wasser, Zuckerwasser, verdünnten Säuren und Alkalien leicht zerstört werden, dass sie durch keine der genannten Conservationsflüssigkeiten in ihrer Substanz getrübt werden, dass sie durch Holzessig im Gegentheil aufquellen, heller, hyaliner werden, dass sie gegen Chromsäure und doppelt chromsaures Kali sich anders verhalten wie die L. fenestrata, indem sie meist schwächere Lösun-

gen verlangen und endlich, dass sie in einfach chromsaurem Kali, worin sich die L. fenestrata noch recht schön erhält, sehr bald zu Grunde gehen.

Die vorhin erwähnten Zellen, welche den cylindrischen Körpern sich anschliessend den Raum zwischen diesen und der M. basilaris ausfüllen, unterscheiden sich in den genannten Punkten von den Cylindern wenig (Fig. 10, Fig. 2 g.). Ihre Zahl ist keine regelmässig bestimmte, ihr hyaliner Inhalt schon vorhin erwähnt worden; ihre Grösse ist eine sehr verschiedene, die der M. basilaris zunächst liegenden sind die kleinsten.

Es wäre mit wenigen Worten der Verhältnisse der cylindrischen Körper an den beiderseitigen Endpunkten der häutigen Schnecke zu gedenken. An beiden Seiten ist das Verhältniss hier so, dass die ganze Gruppe verschieden geformter Cylinder in wenige Reihen stetig an Grösse abnehmender Körper ausläuft, an deren letzte sich einerseits an der Spitze die Zellen der M. basilaris und die Epithelzellen des unteren Knorpels anschliessen, andererseits aber die zellige Auskleidung der Lagena, deren später Erwähnung geschieht. Man vergleiche Fig. 5 und Fig. 12.

IV.

Die Membrana basilaris und die auf ihr liegenden Leydig'schen Zellen.

Den Namen der Membrana basilaris kann man der Membran geben, welche die vorderen Kanten beider gegenüberstehender Knorpel in ihrer ganzen Länge verbindet. Ich betrachte dieselbe aber nicht genau als der M. basilaris der Säugethierschnecke, noch weniger aber der ganzen Lam. spir. membranacea entsprechend, und würde sie daher meiner gleich auseinanderzusetzenden Anschauung wegen als M. pectinata bezeichnen können. Dieselbe, wenn auch schwer im Zusammenhang zu erhalten, ist nächst dem Knorpelrahmen selbst der am längsten gekannte Theil der Vogelschnecke; sie bildet ein äusserst zartes, straff gespanntes, durch regelmässige, etwas schräg gerichtete Längsstreifen charakterisirtes Häutchen, das ausser diesen noch nicht recht zu erklärenden Streifen keine Andeutung einer Structur zeigt.

An der vorderen Kante, wie eben gesagt, befestigt, bildet die M. basilaris die unmittelbare Fortsetzung der oberen Fläche des oberen Knorpels; ihre Fläche steht demnach fast senkrecht zu der Richtung des in dem oberen Knorpel aufsteigenden Nerven (vgl. Fig. 13 b.). Die Art des beiderseitigen Ansatzes ist die eines unmittelbaren Ueberganges beider Gewebe; das Ende ist keine scharfe Linie. Die beiden Ansätze, besonders der an dem oberen Knorpel, sind fester als die Substanz der Membran selbst; man findet hier viel seltener Trennungen, als man die Membran zerrissen und an dem einen und zum Theil auch dem anderen hängend antrifft. Falten finden sich an der Membran seltener und selbst an Durchschnitten, an denen nur der obere Knorpel erhalten ist, behält sie meist ihre normale (Fig. 2 b.) gezeichnete Richtung Man darf daraus wohl auf eine vollkommene Elasticität und auch grössere Festigkeit schliessen, als gewöhnlich angenommen wird. — Die Streifen, welche das Charakteristische der Membran sind, haben die in Fig. 7 g. gezeichnete schräge Richtung; ich sehe darin den Anfang einer spiraligen Tendenz der ganzen Membran. Bei manchen Präparaten, besonders jungen Thieren, finde ich nahe dem Ansatz an dem unteren Knorpel die Streifen durch eine dünnere platte Stelle unterbrochen, deren Bedeutung mir noch nicht klar geworden ist. Ausser den Streifen zeigt die Membran keine Structur. Man hat sich zu hüten, häufig auf ihr zu beobachtende Abdrücke und Kerne als ihr selbst angehörig anzusehen; sie gehören den auf ihr liegenden Zellen an. Während das Ende der Membran an der Spitze der Schnecke nichts Bemerkenswerthes bietet, bedarf ihr Verhältniss zur Lagena näherer Erörterung. Sie wird hier, während sich die mittleren Kanten der Knorpelschenkel immer mehr nähern, immer schmäler, und, während die Scala tympani allmählig rudimentär wird, ihrer Unterlage immer mehr genähert, bis sie dieser zuletzt aufliegt und mit ihr verwächst. In dem äussersten Theile der Lagena ist an Durchschnitten sowohl wie an Flächenpräparaten von ihr keine Spur mehr zu erkennen. Auch sprechen meine Beobachtungen dagegen, dass sie hier zuletzt in der Art abgeschnitten sei, dass sie eine Communi-

cation beider Scalen vermittle; sie verwächst mit ihrer Unterlage durchaus.

Ueber die histochemischen Verhältnisse der M. basilaris kann ich noch nichts von Bedeutung mittheilen; jedenfalls sind dieselben hier leichter zu eruiren, indem sich die Membran auch in ganz indifferenten Medien leichter zur Anschauung bringen und die nöthige Zeit erhalten lässt.

Ueber die zelligen Theile, welche der Membr. basilaris auf ihrer vestibularen Fläche aufliegen, hat Leydig allein einige Mittheilungen gemacht. Leydig ist hier offenbar durch das Streben, für Säugethiere und Vögel leicht vergleichbare Gesichtspunkte zu gewinnen, irre geleitet worden, indem er drei regelmässige Zellenreihen beschreibt, jenseits der cylindrischen Körper liegend und in ihrer Form ganz an die Bilder erinnernd, welche Leydig für das Säugethierohr als Corti'sche Zellen beschrieben hat. Letztere beruhten, wie ich in meiner Schrift über die Säugethierschnecke gezeigt habe, auf Verwechselungen. Auch hier hat sich Leydig, aber weniger in der Form und den Eigenschaften der Zellen, als in der Art ihrer Anordnung geirrt. Jedenfalls hat er diese schwer zu erkennenden Zellen zuerst gesehen und sie müssen ihm zu Ehren die Leydig'schen Zellen genannt werden.

Nach meinen eigenen Untersuchungen stelle ich an die Spitze, dass die ganze Breite der M. basilaris nicht etwa von drei Reihen, sondern von einer dicht gedrängten Masse zelliger Theile bedeckt ist, die, wenn sie auch einmal etwas regelmässiger reihenweise geordnet ständen, doch wenigstens 6—8 und mehr solcher Reihen bilden würden. Regelmässig fehlt indessen eine solche reihenweise Anordnung durchaus. Ich stelle ferner voran, dass sich hier zwei verschiedene Arten von zelligen Theilen zu unterscheiden scheinen, und nur in der einen ist Leydig's Beschreibung wieder zu erkennen.

Diese Leydig'schen Zellen erscheinen, von oben gesehen, als einfach rundliche, durch das enge Aneinanderliegen auch wohl etwas polygonale Zellen mit mässig grossem Kern und kleinem Kernkörperchen. Der Inhalt erscheint dann nicht ganz homogen, sondern selbst bei ganz frischen Präparaten meist

etwas körnig. An jeder derartigen Zelle sieht man dann an einer Stelle, meist der einen Seite zunächst liegend, einen länglichen, scheinbar etwas hakenförmig gekrümmten Wulst, schärfer markirt und eigenthümlicher glänzend als die Zelle selbst und daher in dieser immer ziemlich scharf hervortretend. Es ist ziemlich schwer, das wahre Verhältniss dieses Wulstes zu erkennen, indem sich die Zellen schwer ganz isoliren und sich zweckmässig auf die Seite legen, besonders aber weil die Zellen viel leichter zerstörbar sind, als der Wulst selbst, der sich dann zum Theil loslöst und als eine freie Spitze hervorsteht in der Weise, wie es Leydig abbildet. — Die Ansicht von der Seite giebt aber sowohl über die Form der Zelle, als das Verhalten dieses Saumes bestimmtere Auskunft. Die Zellen sind nicht etwa ganz rund, sondern etwas länglich, der Art, dass sie mit einer allerdings stumpfen Spitze auf der M. basilaris aufsitzen und dann gerade nach oben gerichtet sind. Der freie Theil trägt oben eine etwas breitere Fläche und auf dieser sitzt der eben genannte Wulst in Form eines länglichen Verdickungssaumes auf, durchaus an das Verhalten der Cylinderepithelzellen des Darmcanals erinnernd. Bei glücklichen Präparaten erkennt man diesen Saum nicht etwa als ein ganz homogenes Gebilde, sondern, wieder dem Darmepithel vergleichbar, bemerkt man darin eine feine, regelmässige Längsstreifung. Oefters, besonders an Holzessigpräparaten, habe ich gesehen, dass an den Stellen der Längsstreifen des Saumes eine Trennung der Substanz eintrat, und nun der Saum in eine Reihe kleiner Cilien zerfiel, die der Zelle das Ansehn einer, allerdings nicht flimmernden Flimmerzelle gaben (Vgl. Fig. 11). Leydig's Schilderung ist dieser nicht unähnlich, doch sind seine Zeichnungen dem wirklichen Verhalten kaum entsprechend.

Zwischen den eben beschriebenen Zellen, der Membran direct anliegend, sehe ich häufig nicht zu diesen gehörende freie Kerne. Ich habe die Zellen, denen diese angehören müssen, noch nicht so erkannt, um hier etwas Näheres aussagen zu können. Die Analogie giebt hier zu naheliegenden Vermuthungen Veranlassung.

Alles Gesagte gilt nur für die eigentliche Schnecke. In der

Lagena sind die Verhältnisse durchaus andere. Sie müssen gesondert besprochen werden.

V.

Der Raum der häutigen Schnecke im Ganzen und das Innere der Lagena.

Die Frage nach der möglichen Communication der beiden Scalen, in welche nach der gegebenen Beschreibung die häutige Schnecke durch die Knorpel und die Membr. basilaris getrennt wird, muss hier zunächst genauer erörtert werden. Es sind zwei Möglichkeiten, welche eine solche Communication bewerkstelligen könnten, in's Auge zu fassen. Die eine wäre vermittelst der M. basilaris selbst. Die eben gegebene Beschreibung verwirft diese Möglichkeit. Beiderseits macht die gedachte Membran den Verschluss vollkommen; an der Spitze, in dem sie mit der Brücke sowohl, wie mit den gegenüberliegenden Knorpeln innig verbunden bleibt, in der Lagena, indem sie sogar mit der die Scala tympani verdrängenden Unterlage vollkommen verschmilzt.

Die Communication beider Scalen lässt sich aber auch so denken, dass an irgend welcher Stelle Knochen und Knorpel nicht dicht aneinander lägen und an eben derselben Stelle die deckenden Membranen (das Tegmentum vasculosum oder die jenseitige Auskleidung der Scala tympani) eine solche Lücke nicht vollkommen verdeckten. Die Entscheidung ist hier schwer, und ein ganz positives Resultat bin ich ausser Stande zu geben.

Ich kenne drei Stellen, wo Knorpel und Knochen nicht ganz fest aneinander zu liegen scheinen. Die eine ist die Gegend des Hakens des unteren Knorpels (Fig. 7 a.), die andere eine kleine Einkerbung an der Spitze, wo beide Knorpel verbunden werden (Fig. 7 d.), die dritte eine ähnliche kleine Einkerbung an dem oberen Knorpel, unmittelbar an der Lagena (Fig. 7 e.). An allen dreien ist mir eine Anordnung des Tegmentum vasculosum, die eine Communication beider Scalen ermöglichte, nicht wahrscheinlich geworden.

Von den auf diese Weise getrennten Scalen hat nur die obere, die Scala vestibuli hervorragendes Interesse.

Die Begrenzungen der Scala tympani sind schon angegeben worden, ebenso die Art, wie sie beim Uebergang in die Lagena rudimentär wird. Ein Epithel, welches in ihr die innere Fläche der Knorpel bedeckte, habe ich noch nicht wahrgenommen, wohl aber in seltenen Fällen zellige Theile an der unteren Fläche der Membr. basilaris, welche wohl als Epithel bezeichnet werden konnten. Zum grossen Theil wird der Raum der Scala tympani verkleinert durch die in denselben eingestülpte ganglïöse Anschwellung, welche der N. cochleae bildet, sowie er die knöcherne Wand durchbohrt hat.

Die innerhalb der eigentlichen Scala vestibuli gelegenen Theile sind fast alle schon eingehender betrachtet worden, und es wäre nur noch des Epithels Erwähnung zu thun, welches die innere Auskleidung des unteren Knorpels bildet. Es ist dies eine einfache Lage kleiner rundlicher Zellen, die durch das enge Aneinanderliegen etwas cylindrisch geformt werden, und welche sich eng an die Leydig'schen Zellen der M. basilaris anschliessen. Letztere gehen noch etwas über die M. basilaris, wenigstens an manchen Stellen, hinauf, auch zur Auskleidung des Knorpels beitragend.

Der ganze Raum der Scala vestibuli wird beträchtlich vermindert durch die ziemlich tief in dieselbe herabhängenden traubenförmigen Falten des Tegmentum vasculosum. Die letzteren hängen indess nicht so tief herab, dass sie die quer durch die Scala ausgespannte Lamina fenestrata berühren. Die letztere trennt daher die Scala vestibuli in zwei nur durch die Löcher der Lamina communicirende Räume, einen von ihr und dem Tegmentum und einen von ihr und der M. basilaris begrenzten Raum. Der letztere kann der Analogie mit der Säugethierschnecke gemäss als Scala media bezeichnet werden. Beide Räume sind, wie aus den vorhergehenden Bestimmungen klar ist, von nur unbedeutender Höhe und von in der Länge der Schnecke wechselnden Dimensionen. Man denkt sich dieselben mit Flüssigkeit gefüllt.

Die Lagena zeigt in jeder Beziehung von der eben gegebenen Beschreibung abweichende Verhältnisse. Das Gröbere ihrer Bildung ist schon angegeben, insbesondere der Umstand,

dass sie wesentlich als eine Fortsetzung der Scala vestibuli aufzufassen ist, während die in gleichem Verhältnisse allmählig rudimentär werdende Scala tympani durchaus keine erwähnenswerthen Verschiedenheiten zeigt. Hinsichtlich dieses letzteren Umstandes ist nur das zu erwähnen, dass auch in diesem kleinen Raume (vgl. Fig. 14 a.), wo die Beobachtung ganz leicht ist, von einer epithelialen Auskleidung nichts wahrgenommen wird. Vielleicht, dass demnach auch in der eigentlichen Schnecke die Scala tympani eines auskleidenden Epithels entbehrt. Im Uebrigen kann also bei der Betrachtung der Lagena der kurze Raum der Scala tympani unberücksichtigt bleiben.

An der Uebergangsstelle der eigentlichen Schnecke in die Lagena bietet das knorplige Gerüst auf dem Durchschnitt ganz das Bild einer Stelle dar, die einen stark verlängerten Zahn trug, und ist von einer Stelle kurz vorher, wo ein Zahn sitzt, nicht wesentlich verschieden. Man kann demnach das knorplige Gerüst, wenigstens auf der einen Seite, als eine Reihe verlängerter, zu einem Stück verwachsener Zähne betrachten. Eine solche Vorstellung hat das Gute, dass man an der inneren Wand der Lagena auf der Seite, die dem oberen Knorpel entspricht, keine zahnartigen Hervorragungen erwarten wird. Die Beobachtung weist solche auch nicht nach.

Die Auskleidung der nach dieser Angabe glatten Wände der Lagena ist an den verschiedenen Stellen ihrer Länge so verschieden, dass neben Längsdurchschnitten hier nur eine ganze Reihe auf einander folgender Querdurchschnitte ein Resultat geben kann. Wenn Leydig kurzweg angiebt, die Lagena sei von denselben Zellen ausgekleidet, welche in der eigentlichen Schnecke die Membr. basilaris bedeckten, so hat er wohl kaum diesem Theile ein eingehendes Studium zugewendet.

Man muss, um die Sache klar zu machen, die untere Wand der Lagena, welche der Lage der Membr. basil. entspricht und eine Strecke weit noch von dieser selbst repräsentirt wird, das ihr entgegengesetzte obere Dach und die beiden seitlichen Wände unterscheiden.

Die obere Wand, oder das Dach schlechtweg, ist in seiner

ganzen Länge von der schon erwähnten Fortsetzung des Tegmentum vasculosum ausgefüllt, welche oben am Knorpel befestigt traubenförmige Falten bildet, die frei bis wenigstens in die Hälfte des Raumes der Lagena herabhängen. Fig. 12e. (Längsschnitt) und Fig. 14 b., Fig. 15 d. (Querschnitte) erläutern dies Verhalten. Ihr Habitus weicht demgemäss von dem des übrigen Tegmentum durchaus nicht ab, und nur die mehr faltige, traubige Anordnung mit den schlingenförmigen Capillarverzweigungen ist charakteristisch und bezeichnet sie als dem unteren Theil des Tegmentum entsprechend, resp. eine Fortsetzung desselben darstellend.

Die Trauben reichen nicht ganz bis in den äussersten Winkel, in welchem obere und untere Fläche der Lagena zusammenkommen, sondern etwas vor diesem reihen sie sich an ein einfaches Epithel von rundlichen, wenig charakteristischen Formen an, welches den Uebergang zu den charakteristischen Formen der unteren Fläche bildet. Auch in ihrer Breite wird die obere Fläche nur zum Theil und in ihrer Mitte von den Trauben des Tegmentum eingenommen. Auch hier bildet ein einfaches Epithel den Uebergang zu den specifischen Zellenformen der Lagena.

Die Bekleidung der seitlichen Flächen der Lagena, die also den inneren Flächen der beiden Knorpelschenkel entsprechen, ist nicht in der ganzen Ausdehnung der Lagena eine gleiche. Die Verschiedenheiten werden hervorgerufen durch die sich eine Strecke weit in die Lagena fortsetzenden cylindrischen Körper und die Membrana basilaris.

Beide letztgenannten Theile setzen sich ungefähr gleich weit in die Lagena fort, nicht ganz bis in die Hälfte derselben sich erstreckend. Das Verhalten wird durch Fig. 14, Fig. 12 veranschaulicht. Wie aus Fig. 14 ersichtlich, wird also bis dahin diejenige Seitenwand, welche dem oberen Knorpel entspricht, in dem grössten Theil ihrer Breite von einer Gruppe der cylindrischen Körper ausgefüllt. Letztere erstrecken sich nach vorn hier bis dicht an die M. basilaris, und die grossen aus der übrigen Schnecke beschriebenen Zellen, welche den Raum zwischen M. basilaris und den cylindrischen Körpern ausfüllen,

finden sich hier nicht. In der Höhe reichen die cylindrischen Körper hier bis über die Mitte der Seitenwand hinaus und stossen hier an rundliche kleine Epithelzellen, welche sich direct an die Trauben des Tegmentum anreihen. Ich finde in dieser Breitenausdehnung die Zahl der cylindrischen Körper nicht constant, ihre Grösse aber von vorn nach hinten stetig abnehmend, so dass die längsten der M. basilaris zunächst stehen, sie nach hinten allmählig kleiner werden und ihr Uebergang in das Epithel fast unmerklich geschieht. Ihre Richtung ist hier immer eine ziemlich senkrechte, nach oben gerichtete; solche regelmässige Variationen, wie ich sie aus der eigentlichen Schnecke beschrieben habe, fanden sich hier nicht. Während in der angegebenen Weise die cylindrischen Körper sich fast zur Mitte der Lagena herüberstrecken, nehmen sie alle stetig und gleichmässig an Grösse (d. h. an Höhe, nicht an Breite) ab, so dass auch ein Längsschnitt durch die ganze Lagena, wenn er gerade die Gegend der cylindrischen Körper trifft, das Bild einer Reihe der Cylinder in regelmässig abnehmender Grösse zeigt (vgl. Fig. 12 a.). Dem hinteren Theil der Lagena zugekehrt stossen die rudimentär gewordenen Cylinder hier direct an die auskleidenden Stachelzellen (Fig. 12).

Die gegenüberstehende Wand der Lagena, also diejenige, welche der inneren Fläche des unteren Knorpelschenkels entspricht, trägt bis zu der Stelle, welche dem Ende der cylindrischen Körper gegenübersteht, ein einfaches Epithel von etwas länglich geformten, jeder Art von Anhängen entbehrender Zellen. Dasselbe schliesst sich oben an das Tegmentum an, unten dagegen an die Leydig'schen Zellen der M. basilaris. Die letzteren zeigen innerhalb der Lagena keine wesentliche Abweichung von ihrem Verhalten innerhalb der eigentlichen Schnecke.

Durchweg andere und eigenthümliche Verhältnisse zeigt die Auskleidung der Lagena an den Stellen, welche keine cylindrischen Körper und keine Fortsetzung der M. basilaris mehr tragen. Alle Wände verhalten sich hier gleich, mit Ausnahme der oberen, welche bis fast in den äussersten Winkel die Trauben des Tegmentum trägt, und der äussersten Grenze der unteren Wand, welche hier einige wenige den Uebergang

der Trauben in die charakteristischen Zellen der Lagena vermittelnde Epithelzellen zeigt. Fig. 15 stellt einen Durchschnitt dar, welcher diese ganze Strecke repräsentirt. Die zellige Auskleidung wird hier durch zwei verschiedene Zellenarten vermittelt, von denen ich bis jetzt nur die eine genauer zu bestimmen im Stande bin. Der allgemeinen Form nach entsprechen diese wohl gewöhnlichen Cylinderepithelzellen, die mit ihrer unteren Spitze auf dem Knorpel aufstehen, mit ihrer breiteren Basis frei in den Raum der Lagena gerichtet sind. Jede solche Zelle trägt an dieser freien Fläche ein langes, an gut erhaltenen Exemplaren ziemlich starres Haar. Diese Haare sind im Ganzen nicht schwer zu erhalten, nur ihre ganze Länge erhält sich nicht leicht; man findet es sogar meist noch ziemlich lang, wenn die Zelle selbst schon zum grossen Theil zerstört ist. Beide Theile können also chemisch nicht identisch sein. Die Richtung des Haares ist meist eine gerade nach aussen gekehrte, selten gewunden oder liegend. Bewegungen habe ich an denselben nie gesehen. Die genannten Zellen stehen, wenn auch nur eine Lage bildend, doch immer so dicht gedrängt neben einander, dass der Anschein eines Flimmerepithels durch die Haare bei schlecht erhaltenen Exemplaren leicht entstehen kann. Ihre Befestigung auf dem Knorpel ist eine ziemlich innige; sie sind nicht schwer in situ zu erhalten.

Zwischen diesen Ansätzen je zwei benachbarter Zellen finde ich eine regelmässige einfache Lage kernartiger Gebilde, auf welche die weitere Untersuchung das Hauptaugenmerk zu richten haben wird. In manchen Fällen fand ich an diesen kernartigen Theilen, deren zugehörige Zellmembran ich noch nicht hinlänglich erkannt habe, nach beiden Seiten hin abgehende feine Fortsätze, von denen mir der dem Knorpel zugekehrte manchmal varicös zu sein schien. Die Untersuchung hat hier nicht geringe Schwierigkeit und ich muss alle weiteren Verhältnisse dieser Gebilde weiterer Forschung überlassen.

In den auf die beschriebene Weise umgrenzten Raum der Lagena setzt sich, wie schon vorhin angegeben, auch die Lamina fenestrata allerdings in veränderter Weise fort. Diese

Veränderung bezieht sich auf ihre Construction sowohl, wie auf ihr Verhältniss zu dem Raum, den sie durchsetzt und auf die Theile, mit denen sie verbunden ist. Sie zeigt hier durchaus nicht mehr die regelmässige Anordnung, die in der eigentlichen Schnecke auffällt, die zum Theil grossen regelmässigen Löcher und die breite hyaline Zwischenmasse. Unregelmässige, dicht gedrängte, meist kleinere Löcher werden hier von feinen, eben so hyalinen Bälkchen umgrenzt, welche sich so mannichfach verästeln, anastomosiren, dass ein durchaus verworrenes schwammartiges Gebilde entsteht, durch die im Verhältniss zu den feinen, hyalinen Bälkchen sehr entwickelten Maschen charakterisirt. Nur ungefähr in der Mitte des Gewebes nimmt die Zwischensubstanz wohl den Anschein längerer, fächerförmig auseinandergehender schmaler Bänder an.

Während in der eigentlichen Schnecke die Lamina fenestrata ziemlich gerade durch den Raum der Scala vestibuli ausgespannt ist, nimmt sie in der Lagena eine gebogene Richtung an, der Art, dass sie die Wölbung der Seitenwände und der unteren Wand der Lagena wiedergiebt. Sie beschreibt demgemäss einen charakteristisch geformten Bogen, der sich sehr nahe auf die cylindrischen Körper einerseits und auf die eben beschriebenen Stachelzellen des hinteren Theils der Lagena herabsenkt. In dieser charakteristischen Lagerungsweise erhält sich die Membran auf Querdurchschnitten nicht eben schwer, schwerer aber in ihrer Befestigung, und ich darf nicht behaupten, die letztere mit vollkommener Sicherheit demonstriren zu können. Dem Verhalten in der eigentlichen Schnecke nach zu urtheilen, wird man sie als beiderseits neben den Trauben des Tegmentum an diesen selbst befestigt vermuthen müssen. Damit wäre aber blos die Befestigung der beiden Seitenwände demonstrirt. Nach der Analogie mit der eigentlichen Schnecke muss man aber auch an der ganzen unteren Fläche Ansätze unter ihr liegender Theile vermuthen. Für die innerhalb der Lagena befindlichen cylindrischen Körper ist mir eine solche Befestigung an der über ihnen liegenden Lamina fenestrata noch nicht zu beweisen gelungen.

Auffallend ist das Verhältniss in den hinteren Theilen der

Lagena, welche von den eben beschriebenen Stachelzellen ausgekleidet werden. Die Lamina fenestrata liegt hier mit ihrer unteren Fläche so nahe an den haarartigen Fortsätzen dieser Zellen, dass man unwillkürlich auf die Möglichkeit eines Zusammenhangs dieser beiden Theile geführt wird. Die immer abgebrochen erscheinenden Spitzen der Bälkchen an der unteren Fläche der Lamina verleiten zu solcher Annahme ganz besonders. Es versteht sich aber von selbst, dass ein solch wunderbares Verhältniss nur aus einer ganzen Reihe bestimmt beweisender Bilder würde hergeleitet werden können. Meine seitherigen Untersuchungen gestatten dies noch nicht; ich möchte indess auch die Aufmerksamkeit anderer Untersucher hiermit auf diesen Punkt hingeleitet haben.

Während nun die untere Fläche der Lamina sich gewöhnlich mit einer Menge unregelmässig abgeschnittener Bälkchen, die schon aus diesem Grunde einen Zusammenhang mit anderen Theilen vermuthen lassen, darstellt, erscheint die obere, den Trauben zugekehrte Fläche meist glatter. Die Zwischensubstanz, welche die Maschen trennt, hat sich hier zu einer dünnen, homogenen Schicht verdichtet, in der bei manchen Präparaten gar keine, bei anderen wenige Löcher wahrgenommen werden. Auf dieser Fläche liegen in bestimmter Gruppirung die Otolithen auf, welche schon länger aus der Lagena bekannt sind. Auf die Otolithen selbst gehe ich hier nicht näher ein. Sie liegen in einen bandartigen Streifen gruppirt, den schon Leydig genau charakterisirt hat und der hufeisenförmig gekrümmt in der Lagena schon mit blossem Auge erkannt wird. Die Convexität des Hufeisens entspricht dem Ende, die beiden Schenkel den beiden Seitenwänden der Lagena.

Die Otolithen liegen der Lamina fenestrata nicht ganz locker auf, sondern scheinen durch ein noch nicht näher bestimmbares, eigenthümliches Gewebe zusammengehalten zu werden. An Präparaten, wo die Otholithen entfernt sind, erscheint dies Gewebe in Form feiner, hyaliner Fetzen, welche von der Lamina aus in den Raum der Lagena hineinragen. Die Otolithen werden von den Trauben, welche über ihnen hängen, nicht berührt; es bleibt also auch in der Lagena ein beträcht-

licher freier Raum, freilich nicht so bedeutend, wie man sich ihn bisher gedacht hat; mit demselben Recht, wie in der eigentlichen Schnecke, hat man diesen als mit Flüssigkeit erfüllt anzusehen.

VI.
Die Nervenverhältnisse.

Nachdem der Schneckennerve ungefähr in der Mitte der Schnecke in den knöchernen Canal eingetreten ist, geht er nicht ganz direct in den Schenkel des Knorpelrahmens, welcher zu seiner Aufnahme bestimmt ist. Er bildet vorher eine, über die Hälfte der Länge des Canals einnehmende, auch in ihrer Dicke nicht unbeträchtliche gangliöse Anschwellung, die ihrer mehr conglobirten Anordnung wegen auf den Namen eines Ganglion cochleare Anspruch machen darf. Sie ist im Verhältniss beträchtlicher entwickelt als die Habenula ganglionaris der Säugethierschnecke, der sie an Bedeutung sowohl, wie hinsichtlich der Structur vollständig entspricht. Ueber letztere füge ich demgemäss auch nichts weiteres bei.

Ihre Lage betreffend, so ist sie vor Allem ausserhalb des Knorpels gelegen. Nur beim Uebergang in die Lagena scheint mitunter auch ein Theil der gangliösen Elemente in den Knorpel eingeschlossen zu werden. Schwieriger ist ihr Verhältniss zur Scala tympani, resp. der die letztere begrenzenden häutigen Auskleidung des Knochencanals. Der Regel nach scheint sie immer ausserhalb des Raumes der Scala tympani gelegen und nur die häutige Begrenzung der letzteren in deren Raum vorstülpend.

Aus dem Ganglion heraus gehen eine ganze Reihe von Faserbündeln, welche nun direct in den Knorpel eintreten. Die Eintrittsstelle ist die untere Fläche des oberen Knorpels nahe der unteren Kante und es ergiebt sich daraus, dass die im Knorpel weiter gehende Masse der Nerven, um zu der Stelle zu kommen, wo an dem Knorpel die M. basilaris ansitzt, eine fast senkrecht aufsteigende Richtung nehmen muss. In der Art zeigen es Fig. 1, Fig. 2, Fig. 13. Während dieses Aufsteigens verästeln sich die grösseren Nervenbündel mannich-

fach, verbinden sich unter einander, so dass dann eine ähnliche Anordnung entsteht, wie sie von dem in der Lam. spiral. ossea verlaufenden Schneckennerven der Säugethiere bekannt ist. Leydig's Abbildung dieses Verhältnisses ist nicht ganz genau, kann es auch nicht sein, da sie ein Flächenpräparat darstellt, der eben gegebenen Beschreibung gemäss aber diese Anordnung nur an einem glücklichen Längsschnitt sichtbar werden kann. Die Plexus liegen weit enger an einander, als es Leydig zeichnet.

In dieser Art sich verhaltend nähern sich die Fasern des Nerven der mittleren Kante des Knorpels an der Stelle, wo die M. basilaris ansitzt; in dichter Reihe treten hier die vereinzelten Fasern an die Oberfläche des Knorpels, ihre dunklen Contouren bis hierher behaltend. Leydig lässt sie hier eine kleine Anschwellung (eine winzige Ganglienkugel!) tragen, wovon ich nichts sehe. Ueber das weitere Verhalten der Nerven in der eigentlichen Schnecke kann ich noch nichts Bestimmtes aussagen. Nach Leydig sollen sie nicht über das Knorpelstratum heraus gehen. Meine Präparate zeigen bis jetzt nur so viel, dass die Nerven auf jeden Fall weiter gehen und in die Scala vestibuli treten. Ueber das weitere Verhalten hoffe ich in einer folgenden Arbeit bald berichten zu können.

Von den Bündeln, in welche sich der in den Knorpel getretene Nerv sondert, nimmt ein grösseres eine von den anderen abweichende Richtung, indem es sich zur Lagena wendet. In dem Knorpel der Lagena strahlt dieses nun in der bekannten pinselförmigen Anordnung aus, welche schon Scarpa und alle auf ihn folgenden beschrieben haben. Das Genauere des Verhältnisses hier ist verschieden in dem vorderen Theile der Lagena, welcher noch cylindrische Körper führt, und in der eigentlichen Lagena, die von den Stachelzellen ausgekleidet ist. In dem ersteren Theil bleibt die grössere Masse der Nerven in der Mitte des Knorpels, seine Richtung einhaltend, geht also eigentlich nur vorbei; nur ein Zweig, der dem einen Ansatz der M. basilaris entspricht, wendet sich hier nach oben zur inneren Oberfläche des Knorpels, verhält sich also wesentlich wie die Bündel in der eigentlichen Schnecke.

Es versteht sich demnach von selbst, dass alle Querdurchschnitte der Lagena bis zu dieser Stelle nur diese Bündel mit ganz längsverlaufenden aufsteigenden Fasern zeigen können, während alle anderen schief durchschnitten erscheinen müssen. (Vgl. Fig. 14 e.)

Anders verhält es sich mit dem hinteren Theile der Lagena, welcher die Hauptmasse der Nervenbündel erhält. Hier nehmen alle Nervenfasern allmählig eine der inneren Oberfläche des Knorpels zugewendete Richtung an. An allen Stellen, welche von den beschriebenen Stachelzellen ausgekleidet sind, treten Nervenfasern, etwas feiner auslaufend, an die innere Oberfläche. Da nun die Stellen den grössten Theil des inneren Umfanges der Lagena einnehmen, so versteht sich von selbst, dass ein Theil der Nervenfasern noch innerhalb des Knorpels einen weiten Bogen beschreiben muss, um von der unteren Fläche, von wo er ausgeht, bis fast an das Gewölbe der Lagena zu kommen, um hier erst an die Oberfläche zu treten (Fig. 15). Je weiter von oben entfernt, desto kleiner wird dieser Bogen, und an der unteren Wand, die vorn der Membr. basilaris entspricht, treten die Nerven ziemlich direct nach oben.

An allen diesen Stellen ist es leicht, die dunkeln Nervenfasern etwas verfeinert bis an den äussersten Rand der inneren Oberfläche treten zu sehen.

Ueber ihren weiteren Verlauf bin ich hier eben so wenig wie in der eigentlichen Schnecke schon zu ganz bestimmten Resultaten gekommen. Einige zerstreute Beobachtungen sind deshalb kaum der Mühe werth anzuführen. Nur das soll erwähnt sein, dass ich häufig bei abgehobenem Epithel feine varicöse Fäserchen von dem Boden des Knorpels sich erheben sehe, die ich für die directen Fortsetzungen der dunkelrandigen Nervenfasern halte. Eben so wie bei den Nerven der eigentlichen Schnecke lässt die Analogie einen Zusammenhang solcher Fäserchen hier mit Zellen auf der M. basilaris, in der Lagena mit zelligen Theilen aus deren Auskleidung leicht vermuthen. Die Beobachtung sagt darüber noch nichts.

VII.

Vergleichend-anatomische Folgerungen.

Die Zurückführung aller beschriebenen Theile der Vogelschnecke auf entsprechende der Säugethiere stösst auf grosse Schwierigkeiten und dürfte überhaupt bei weitem nicht in allen Punkten möglich sein. Jedenfalls wird der Versuch gemacht werden müssen, auch in abweichend geformten Theilen Verwandtes wieder zu erkennen, ein Versuch der aber nur dann einige Ausbeute versprechen kann, wenn neben den Ergebnissen der Beobachtung auch den Anforderungen einer gesunden Logik Rechnung getragen wird. Man wird sich vor Allem davor zu hüten haben, aus der Thatsache, dass die Vogelschnecke im Allgemeinen eine rudimentäre Säugethierschnecke repräsentirt, den voreiligen Schluss zu ziehen, dass auch alle Einzelnheiten immer nach diesem selben Princip gebaut sein müssen, man wird im Gegentheil festhalten müssen, dass trotzdem in der Vogelschnecke manches vollkommener entwickelt sein kann, was im Verhältniss dazu bei den Säugethieren nur rudimentär erscheint. Man muss an dieser Möglichkeit festhalten, so lange die Function der betreffenden Theile sich nicht über den Bereich der Hypothese erhoben hat. Der einzige Weg, auf dem hier die vergleichende Forschung ganz sichere Resultate würde gewinnen können, die Entwicklungsgeschichte ist noch nicht so betreten, dass er benutzt werden könnte. Ich selbst habe noch keine Erfahrung darüber. Man wird sich also vor der Hand an die Ergebnisse der fertigen Bildung halten müssen. Es lässt sich indessen auch hier schon einige Sicherheit erreichen, wenn man immer nur aus einer Reihe von zusammenstimmenden Ergebnissen einen neuen Gesichtspunkt erschliessen will und dazu nicht etwa eine vereinzelte Thatsache für ausreichend hält. Das letztere wird nur in solchen Fällen gestattet sein, wenn es sich um Theile handelt, die auf beiden Seiten vollkommen stimmen, und die überhaupt in histologischen Daten vereinzelt stehen. Indessen wird man sich auch hier immer nach unterstützenden Thatsachen umsehen müssen. Als letzten Hauptgesichtspunkt würde ich den aufstellen, dass man bei den schwierigst zu erforschenden

Gebilden, auf entsprechende Theile besonders aus ihrer Lage und ihrem Verhältnisse zu denjenigen gröberen Theilen schliesse, welche man leicht als vollkommen übereinstimmend erkennt, und welche als functionell unwichtigere Theile und nur bestimmt wichtigeren Theilen zur Stütze und zum Ansatz zu dienen, nur unbedeutende Verschiedenheiten erwarten lassen.

Ich gehe vor Allem von einem Schema der Säugethierschnecke aus. Um die Vergleichung leichter möglich zu machen, denke man sich den Canal der Säugethierschnecke als eine kurze, alles Wesentliche enthaltende, nur wenig gewundene Röhre. Diese würde einem Modiolus anliegen, ohne ihn zu umkreisen. Der Modiolus wird also nur als eine an der concaven Seite der Röhre liegende Knochenauftreibung erscheinen, welche den Eintritt des Nerven vermittelt.

Inmitten dieses Canals ist eine feine Membran ausgespannt, jederseits ausgehend von einer im Durchschnitt dreieckig erscheinenden Leiste. Die Leiste ist einerseits theils knöchern, theils membranös, auf der anderen Seite fast nur membranös; Der membranöse Theil, welcher sich direct in die Membran fortsetzt, entsteht aus dem von oben und unten kommenden Periost, welches im Ganzen die häutige Auskleidung des knöchernen Canales bildet. Die beiden Leisten sind einerseits die Lam. spir. ossea mit einem Theil der L. membranacea, andererseits das Ligamentum spirale.

Die gröberen Verhältnisse anlangend, so findet man dies einfache Schema im Vogelohr ziemlich vollkommen repräsentirt.

Die Eintrittsstelle des Nerven mit dem hier etwas gewulsteten Knochen entspricht dem Modiolus, die beiden Knorpelschenkel den beiden gegenüberstehenden Leisten. Die letzteren haben beim Vogel eine grössere Selbstständigkeit bewahrt. Die Embryologie wird vielleicht auch beim Säugethier Aehnliches nachweisen.

Die erwähnten Theile werden durch so mannigfache zusammentreffende Umstände als morphologisch identisch bezeichnet, dass darüber eigentlich kein Wort zu verlieren sein dürfte. Das Verhältniss zu den Zähnen, zu dem eintretenden Nerven,

zu den inneren Sinnesapparaten, zu den verschiedenen Berührungsmembranen u. s. w. soll daher nur genannt sein. Um so interessanter sind die hier obwaltenden histologischen Verschiedenheiten, welche ein sehr ausgezeichnetes Beispiel von Vertretung histogenetisch verwandter Gewebe an entsprechenden Orten verschiedener Thiergruppen abzugeben geeignet sind. Dem einfachen Knorpelrahmen des Vogelohres (denn bis zur näheren Bestimmung muss das Gewebe den Namen des Knorpels bewahren) entsprechen beim Säugethier Theile, in denen Knochen, Bindegewebe, Gewebe der Zähne, sowie ganz structurlose Gebilde vertreten sind.

Eine wichtigere Frage aber schliesst sich hier an, wie weit man in der Säugethierschnecke sich die den Knorpelschenkeln entsprechende Partie zu denken habe. (Das Ligamentum spirale und der untere Knorpelschenkel können hier ganz ausser Frage bleiben.) Die Frage ist keine müssige, weil das Verständniss der die Knorpel verbindenden Membran, sowie der dem Corti'schen Organ entsprechenden Theile davon abhängt.

Die Möglichkeiten für den oberen Knorpelschenkel sind hier doppelt; entweder man denkt sich ihn der Lam. spiralis nach vorn entsprechend bis zur Durchtrittsstelle des Nerven (den Löchern und Rippen der Habenula perforata) oder aber bis zur Grenze der Zona pectinata. Für Beides lassen sich Gründe angeben.

Die meisten und wichtigsten Gründe in's Auge fassend, hat man die die beiden Knorpel verbindende M. basilaris nicht als das Analogon der Lam. spir. membranacea, wie es in den bisherigen Angaben heisst, aufzufassen, sondern blos als das der Zona pectinata, und dem entsprechend repräsentirt die vordere Platte des Knorpelrahmens die Habenula perforata und die Habenula arcuata (mihi). Die Gründe dafür liegen in der Anordnung und Lage der Theile, welche dem Corti'schen Organe entsprechen, in dem ganzen Habitus der verbindenden M. basilaris, in den auf ihr liegenden Zellen, endlich in dem Umstande, dass die Membran schliesslich ganz rudimentär wird, während der Nerv sich ganz besonders reich entfaltet. Das letztere lässt sich kaum denken von einer Membran, die beim

Säugethier dem Hauptverbreitungsort des Nerven (der Habenula arcuata) entsprechen sollte.

Der Grund dagegen aber liegt in dem Verhalten des Nerven, welcher beim Vogel unmittelbar vor der M. basilaris in die Scala vestibuli tritt.

Die Art, wie er hier herantritt, ist, wie aus der Beschreibung klar, im Ganzen die, wie der Nerv beim Säugethier durch die Lamina ossea und den Anfang der L. membranacea verläuft. Indessen ist die Art seines Durchtritts wesentlich verschieden. Eine regelmässige Habenula perforata, wo die Nerven bündelweise ihren Durchtritt fänden, haben wir hier nicht. Der Durchtritt geschieht einzeln und ohne eine nach Entfernung der Nerven sichtbare Lücke. Auch fehlt jede Spur der Rippen der Habenula perforata der Säugethiere. Der Durchtritt des Nerven geschieht endlich hinter den cylindrischen Körpern, beim Säugethier vor dem Corti'schen Organ.

Aus dem Vorgebrachten ergiebt sich für die Art des Nervenverlaufes und Durchtritts eine so durchgreifende Verschiedenheit von dem entsprechenden Verhalten beim Säugethier, dass dasselbe kaum bei der obigen Entscheidung den Ausschlag geben dürfte. Ich bleibe also bei der ersten Annahme und halte die Membr. basilaris für der Zona pectinata entsprechend. Den wichtigsten und schwierigsten Theil für die Vergleichung geben hier diejenigen Gebilde ab, welche als die speciellen Sinnesapparate aufgefasst werden müssen und zu denen ich aus der eigentlichen Schnecke die cylindrischen Körper, die Lamina fenestrata und die zelligen Theile der M. basilaris rechne.

Hinsichtlich der cylindrischen Körper braucht auch kaum bewiesen zu werden, dass sie dem Corti'schen Organ der Säuger entsprechen. Sie sind neben den Leydig'schen Zellen das einzige, was den Raum der Scala vestibuli zwischen den Zähnen, der Lamina fenestrata und der Membrana basilaris einnimmt. Ihre Eigenschaften, ihre Befestigung, ihre regelmässige Anordnung, alles giebt ihnen die erwähnte Stellung. — Die genauere Vergleichung verlangt aber noch mehr.

Man wird hier zur Aufstellung eines ganz allgemeinen Schema's am besten vom Vogelohr ausgehen; man wird dies

aus dem Grunde thun müssen, weil sich hier auf demselben Raum die zu vergleichenden Theile in viel grösserer Menge vorfinden. Wir finden demgemäss die hier in Betracht kommenden Theile als eine grössere Gruppe cylindrischer, stabförmiger Körper theils an, theils unter den Zähnen des oberen Knorpels befestigt, frei nach oben oder etwas nach unten stehend, mit ihrem anderen Ende theils aneinander, theils an einer oberen Membran befestigt, und in ihrer Gruppirung von den Zähnen an immer zellenähnlicher werdend, bis sie zuletzt an wirkliche grosse hyaline Zellen sich anreihen, welche dem eintretenden Nerven, resp. der Membr. basilaris zunächst gelegen sind. Es hält für den ersten Blick schwer, auf dieses Bild diejenigen Theile zu reduciren, welche man im Säugethierohr als Corti'sches Organ bezeichnet. Bei genauerer Ueberlegung kann man aber auch hier ähnliche Verhältnisse finden; man wird aber dann eine Gruppe von Zellen morphologisch und functionell den Corti'schen Fasern näher stellen müssen, die man bisher noch nicht als an der Sinnesfunction betheiligt angesehen hat. Es sind das die grossen, hyalinen (Claudius'schen) Zellen, welche zu beiden Seiten in ziemlicher Nähe zu den Corti'schen Fasern stehen, und die kaum mit einer anderen Zellenart, am ehesten aber noch mit den Zellen zu vergleichen sind, welche in der Vogelschnecke an die cylindrischen Körper stossen. Die vorderen Claudius'schen Zellen, welche vom Anfang der aufsteigenden Corti'schen Fasern an nach hinten den ganzen von den Zähnen überwölbten Sulcus ausfüllen und hier den oberen in den Gruben zwischen zwei benachbarten Zähnen liegenden Zellen nahe stehen, würden auch insofern den Anforderungen der Analogie Genüge leisten, als diese unmittelbar den Zähnen anliegende Theile verlangt. Die grösste Schwierigkeit bietet der Erklärung hier scheinbar der Bogen, unter dem im Säugethierohr beide Reihen Corti'scher Fasern zu einander gestellt sind. Man wird diesen im Vogelohr weniger vermissen, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das im Säugethierohr von diesen Bogen überwölbte Stück der M. basilaris, die Habenula arcuata, im Vogelohr eigentlich ganz rudimentär ist. Denkt man sich dieses weg, so

rücken die beiden Ansätze aneinander und wir erhalten zwei sich dicht anliegende (hintereinander liegende) ziemlich in derselben Richtung nach oben gerichtete Fasern. Man hätte damit das Bild eines Theils der cylindrischen Körper des Vogelohres.

Mit den specifischen Zellen der Lam. spir. membr. des Säugethierohres lassen sich die Leydig'schen Zellen bis jetzt nicht vergleichen.

Eher noch lassen sich für die Lamina fenestrata Anhaltspunkte finden. Die Charaktere dieser Membran lassen sich morphologisch dahin bestimmen, dass sie in der Höhe der Zähne, theils an diesen selbst, theils am anliegenden Gewebe befestigt, als eine wesentlich structurlose, gefensterte Membran über den Raum der Scala media ausgespannt ist, und den cylindrischen Körpern zur Befestigung dient. Wenn man die Analoga dieser Charaktere in der Säugethierschnecke sucht, so wird man sich schwer entscheiden können, ob die Corti'sche Membran oder die Lamina velamentosa die verlangte ist. Beide nehmen an diesen Charakteren Theil und man wird daher, besonders auf die mehrfache Schichtung der L. fenestrata Rücksicht nehmend, der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man sich beide, die Membr. Cortii sowohl wie die Lam. velamentosa im Vogelohr durch eine einzige mehrschichtige Membran repräsentirt denkt, welche eben die Lamina fenestrata ist.

Ueber das Tegmentum vasculosum ist in vergleichender Hinsicht schon gesprochen. Die ganze Anordnung der Gefässe sowohl wie der zelligen Theile lässt sich bei den Säugethieren in einem hier sehr untergeordneten, unvollkommen entwickelten Gebilde, der Stria vascularis, wieder erkennen. — Weiter wird ein vergleichendes Verfahren bis jetzt nicht geführt werden dürfen.

Zum Verständniss der Lagena, selbst hinsichtlich der nicht mikroskopischen Verhältnisse, fehlen bisjetzt alle Anhaltspunkte.

Ich halte es bis jetzt noch kaum für angemessen, dem Vorgebrachten einige vergleichend-physiologische Bemerkungen hinzuzufügen. Einige liegen ziemlich nahe. Ich nenne nur die abweichenden Verhältnisse der Zähne, die hier wohl kaum bei der Sinneswahrnehmung betheiligt sein können, die

physikalischen und chemischen Verschiedenheiten der cylindrischen Körper, ihre verschiedene Anordnung, insbesondere das enge gruppenweise Aneinanderliegen derselben u. s. w. Nur einen Umstand möchte ich besonders hervorheben, der vielleicht in einer künftigen Theorie zu benutzen ist. Ich meine das Lagerungsverhältniss des Nerven zu den cylindrischen Körpern. Bis in die neueste Zeit hat man sich bei der Säugethierschnecke bemüht, einen geweblichen Zusammenhang zwischen den in die Scala vestibuli getretenen Endzweigen des N. cochleae und den Corti'schen Fasern zu demonstriren. Man glaubte damit der Theorie zu Hülfe zu kommen. Die neuesten mikroskopischen Untersuchungen haben diesen supponirten geweblichen Zusammenhang widerlegt, und schon für die Säugethiere wurde es wahrscheinlich, dass ein blosses Aneinanderliegen der Nerven an den specifischen Sinnesapparaten die Sinneswahrnehmung ermöglichen könne.

Das Verhalten der Vogelschnecke ist in dieser Hinsicht noch charakteristischer. Der Durchtritt der Nervenfasern in die Scala vestibuli geschieht hier so weit vor den cylindrischen Körpern, dass sie, um zu ihnen zu gelangen, eine vollkommen zurücklaufende Richtung würden annehmen müssen. So wenig zur Evidenz die Nervenverhältnisse bis jetzt eruirt sind, so lässt sich schon ein so auffallendes Verhalten im höchsten Grade als unwahrscheinlich bezeichnen. Alles spricht dafür, dass die Endigung des Nerven auf eine freilich noch unbekannte Weise in dem Zellenparenchym geschieht, welches die M. basilaris bedeckt. Ist dieses wirklich der Fall, so stehen sie mit den cylindrischen Körpern nur durch die Zellen in mittelbarer Continuität, welche zwischen den Cylindern und den Leydig'schen Zellen gelegen sind. Also wird hier schon ein wirkliches unmittelbares Anliegen der Nerven an den cylindrischen Körpern unwahrscheinlich, wie viel mehr die Vorstellung der dem Corti'schen Organ entsprechenden Theile als wirklicher Nervenendigungen. Davon kann hier schon der physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Körper wegen gar keine Rede sein.

Ich füge diesen spärlichen Bemerkungen einstweilen nichts

weiter hinzu; eine eingehende Verfolgung derselben bleibt für jetzt unmöglich; die wirklichen Nervenendigungen müssen erst bestimmter fixirt, die Eigenschaften der specifischen Sinnesapparate noch genauer, als bis jetzt geschehen konnte, erforscht werden. Ich hoffe bald weitere Mittheilungen machen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

(Vergrösserung bei allen ungefähr 300, nur Fig. 7 bei schwacher Vergrösserung.)

Fig. 1. Durchschnitt durch die ganze häutige Vogelschnecke, ungefähr aus der Mitte derselben.

a. Der obere Knorpel, in der Mitte das durchschnittene Gefäss, aus dem der durch den Zahn zum Tegmentum abgehende Zweig hervorgeht. Oben an dem Zahne etwas nach abwärts gerichtete cylindrische Körper, welche sich an die L. fenestrata (e) ansetzen; unter ihnen die grossen hyalinen Zellen, welche bis zur M. basilaris reichen. Die untere Kante (Winkel) des Knorpels ragt etwas weiter vor, als z. B. in Fig. 2; der Durchschnitt liegt also ziemlich nahe dem mittleren Vorsprung des Knorpels.

b. Der untere Knorpel; auch in seiner Mitte ein Gefäss, welches zum Tegmentum einen Zweig schickt. Die dreieckige Form hier ziemlich ausgesprochen; auf der oberen inneren Fläche ein Epithel. Zum Theil liegt dieser Fläche auch das Tegmentum auf.

c. Membrana basilaris.

d. Tegmentum vasculosum vollständig erhalten; deutlich sind die zwei Zellenarten, die glatte Rundung der oberen Fläche, die tiefe Furche der unteren.

e. Lamina fenestrata im scheinbaren Durchschnitt.

f. Leydig'sche Zellen auf der M. basilaris.

Fig. 2. Durchschnitt des oberen Knorpels, auch der Mitte ziemlich nahe.

a. Der Knorpel.

b. Seine vordere }
c. Seine untere } Kante.
d. Seine hintere }

e. Der Zahn durch die an ihm befestigten cylindrischen Körper verdeckt. Diese befestigt an

f. der Lamina fenestrata; auch hier die dreieckige Form wohl

nur zum Theil Durchschnittsbild, zum anderen Theil wohl durch Falten erzeugt. Fast alle Präparate zeigen aber dieses Bild.

g. Die hyalinen Zellen unter den cylindrischen Körpern.

h. Die Membr. basilaris.

i. Gefäss, welches zum Zahne geht.

k. Der im Knorpel aufsteigende Nerv.

Fig. 3. Die Lamina fenestrata, wie sie in der eigentlichen Schnecke erscheint.

a. Der vordere Theil mit den grossen Zacken.

b. Die mittlere vorspringende Kante.

c. Der hintere freie Theil mit den grossen, regelmässig stehenden Oeffnungen.

Fig. 4. Längsschnitt durch ein Stück des oberen Knorpelschenkels. Der Schnitt ist so gefallen, dass er die Zähne der Länge nach durchschnitt und daher von diesen nur den vordersten Theil, von den cylindrischen Körpern nur die vorderen, gerade stehenden enthielt. Nur an dem am meisten nach links gelegenen Zahne sind einige der kleineren schief stehenden Cylinder stehen geblieben.

a. Der Knorpel mit dem mittleren Gefäss, aus dem zu den drei theilweise erhaltenen Zähnen (b) je ein kleines Gefäss aufsteigt.

c. Die geraden cylindrischen Körper.

d. Die etwas in die Höhe gehobene und umgeschlagene Lamina fenestrata, nur in ihrem vorderen Theil sichtbar.

Fig. 5. Die Spitze des Knorpelrahmens mit den inneren Gebilden.

a. Oberer Knorpel. Die drei letzten Zähne sind erhalten mit den aufsteigenden Gefässen. Der Nerv ist nicht gezeichnet.

b. Der untere Knorpel.

c. Die beide Knorpel verbindende Brücke mit der Einkerbung

d. Lamina fenestrata, ungefähr in derselben Weise erhalten wie in Fig. 4.

e. Die schief stehenden an den Zähnen befestigten cylindrischen Körper, zum Theil sich in der Mitte berührend, zum Theil an der L. fenestrata befestigt. Jenseits des letzten, noch vollkommen entwickelten Zahnes werden sie regelmässiger, aber stetig kleiner und schliessen sich in der Länge zuletzt an das Epithel des gegenüberstehenden Knorpels an.

Fig. 6. Sämmtliche cylindrische Körper in ihrer Verbindung unter einander und mit der darüber liegenden Lamina fenestrata. Die ganze Gruppe hat sich in toto vom Knorpel abgehoben.

a. Lamina fenestrata. Hinterer freier Theil.

b. Mittlere Kante der L. fenestrata.

c. Die vorderen Zacken der L. fenestrata.

d. Die geraden cylindrischen Körper; dieselben stehen in mehreren Reihen hintereinander, aber so alternirend, dass die Ansätze benachbarter und hintereinander stehender das Bild ziemlich regelmässiger Polygone bieten; letztere können um so leichter mit Zellen verwechselt werden, als die Kerne der tiefer liegenden wirklichen Zellen leicht durch sie hindurchschimmern.

e. Die kleineren, unregelmässigeren, schief stehenden Cylinder.

f. Zwischenräume, welche zwei Zähnen entsprechen; von je einem solchen gehen nach beiden Seiten die Cylinder ab, theils mit den von der anderen Seite kommenden bei i zusammenstossend, theils nach oben gewendet an der Lamina fenestrata sich befestigend.

g. Die grossen hyalinen Zellen, welche unter den Cylindern gelegen sind.

Tafel XII.

Fig. 7. Der ganze Knorpelrahmen bei schwacher Vergrösserung, um die Anordnung der Gefässe zu zeigen.

a. An dem mittleren Haken des unteren Knorpels eintretende Arterie; eine zweite bei h eintretend.

Aus beiden gehen die Längsgefässe hervor, von denen beide Knorpelschenkel in ihrer ganzen Länge durchzogen sind; aus ihnen gehen sowohl unregelmässig verlaufende Aeste ab, als bei b regelmässige an je einem Zahne in die Höhe tretende und von hier aus in das Tegmentum vasculosum tretende.

c. Das grössere an dem Haken des unteren Knorpels sichtbare Gefäss (Vene); auch einen Bogen über dem Anfange der Lagena bildend, und einen Ast, zum Tegmentum gehörend, abgebend. Das weitere Verhalten bleibt noch zum Theil unklar. Jedenfalls tritt an dem mittleren Vorsprung des oberen Knorpels kein Gefäss ein.

d. Einkerbung an der Spitze der Schnecke.

e. Einkerbung am Anfang der Lagena.

f. Lagena mit den Gefäss- und Nervenverästelungen.

g. Membrana basilaris.

Fig. 8. Der in der Lagêna befindliche engmaschige Theil der Lamina fenestrata, von der Fläche gesehen.

Fig. 9. Vereinzelte cylindrische Körper.

a. Ein kürzerer.

b. Langgestreckte, mit dem auch bei a. sichtbaren vorderen platten Theil.

c. Deutlich sichtbares Lumen an der Basis eines langgestreckten Cylinders.

d. Ein kurzer, unregelmässiger, schon mehr zellenähnlicher Cylinder.

Fig. 10. Die Gruppe der Cylinder und besonders der hyalinen Zellen, sowie des zelligen Parenchyms der Membr. basilaris, in toto von ihrer Befestigung abgehoben und von unten gesehen.

a. Die zu unterst liegenden langen cylindrischen Körper; bei

b. einige schiefgestellte Cylinder.

c. Die Gruppe der unter den Cylindern gelegenen hyalinen Zellen; ihre bis zu den Zellen der M. basilaris stetig abnehmende Grösse ist bemerkenswerth.

d. Zellen der M. basilaris (Leydig'sche Zellen?) von unten gesehen.

Fig. 11. Die Leydig'schen Zellen.

Bei a, b, c eine Gruppe meist von oben gesehen. In jeder Zelle der immer ziemlich nach derselben Seite gerichtete Wulst sichtbar.

b. zeigt einige der Zellen von der Seite, wo der Wulst als ein oberer gestreifter Verdickungssaum erscheint; bei

c. hat sich dieser Saum gelöst und steht als freie Borsten nach oben; entspricht ungefähr der Leydig'schen Zeichnung.

d. Einige dieser Zellen der Seite, nach Behandlung mit Holzessig; der Saum hat sich in eine Reihe feiner Cilien zerfasert. —. Zwischen diesen Zellen einige freie Kerne, noch nicht näher bestimmbar.

Tafel XIII.

Fig. 12. Längsdurchschnitt durch die Lagena.

a. Die an Grösse stetig abnehmenden cylindrischen Körper. Der Schnitt ist etwas neben die Mitte gefallen, so dass diese ganze Reihe erhalten wurde.

b. Der Nerve.

c. Die die hintere Lagena auskleidenden Stachelzellen mit der Lage freier kernartiger Theile unter ihnen.

d. Fortsetzung der Lam. fenestrata in die Lagena; auf ihr einige Otolithen.

e. Die in die Lagena sich fortsetzenden Trauben des Tegmentum vasculosum; in dem Winkel gehen sie in ein einfaches Epithel über, welches sich jenseits desselben an die Stachelzellen anschliesst.

Fig. 13. Durchschnitt durch die Gegend, wo die Knorpel eben angefangen haben, ihre Form zur Bildung der Lagena zu verändern.

a. Der obere Knorpel; oben die zahnartige Spitze.

b Der Nerv.

c. Die auf der unteren Seite schon vollkommene Verbindung beider Knorpel.

d. M. basilaris; unter ihr die Scala tympani.

e. Der untere Knorpel.

In beiden Knorpeln rundliche Lücken für die Gefässe.

Fig. 14. Durchschnitt durch die Lagena; weiter nach hinten als der vorhergehende. Die Scala tympani ist noch eben als ein sehr kleiner Raum bemerkbar; also auch M. basilaris und cylindrische Körper noch vorhanden.

a. Scala tympani; über ihr M. basilaris mit den Leydig'schen Zellen.

b. Trauben des Tegmentum vasculosum.

c. Epithel, diejenige Seitenwand bedeckend, welche dem unteren Knorpel entspricht.

d. Cylindrische Körper.

e. Der Nerv; nur ein Zweig geht gerade nach oben, ist also ganz mit längslaufenden Fasern sichtbar, die anderen schief durchschnitten.

f. Lamina fenestrata.

Fig. 15. Durchschnitt durch den hinteren Theil der Lagena. Die Scala tympani ist ganz verstrichen; von der M. basilaris und den cylindrischen Körpern hier keine Spur mehr.

a. Der Nerv; alle Fasern gehen gegen die innere Oberfläche, wo sie, etwas zugespitzt, nicht weiter verfolgt werden können; sie müssen, da ihr Ausgangspunkt unten ist, zum Theil einen weiten Bogen beschreiben.

b. Die zellige Auskleidung der Lagena; deutlich ist die einschichtige Lage der Stachelzellen und dem Knorpel zunächst die einfache Lage kernartiger Gebilde (kleiner Zellen?).

c. Die Lamina fenestrata (in situ), man sieht die unteren abgerissenen Bälkchen den Stacheln der eben erwähnten Zellen auffallend nahe stehen; man sieht ferner den oberen etwas compacteren Theil, auf dem die Otolithen aufliegen.

d. Trauben des Tegmentum, beiderseits in ein einfaches Epithel übergehend, welches sich an die Stachelzellen unmittelbar anschliesst.

Zur Kenntniss der Hemikrania.

Von

E. du Bois-Reymond.

(Aus einem in der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde am 1. März 1859 gehaltenen Vortrage.)

Seit den Arbeiten Johannes Müller's über den Bell-schen Lehrsatz, über die Wechselwirkung empfindender und bewegender Nervenfäden in den Centralorganen, und über das Gesetz der peripherischen Erscheinung der Gefühlseindrücke ist in der Nervenphysiologie kaum etwas geschehen, was von einer so grossen und allgemeinen Bedeutung für die Pathologie zu werden verspräche, wie die neueren Entdeckungen über die vasomotorischen Nerven.

Wir wissen jetzt, was so lange nur Hypothese war, oder wenigstens nur mittelbar aus den Thatsachen folgte, dass die kleineren Arterien unter der Botmässigkeit motorischer Nervenfäden stehen, welche für den Kopf in dem Halstheil des Sympathicus, für die übrigen Regionen, wenn man vom Frosch auf die höheren Wirbelthiere schliessen darf, in den vorderen Wurzeln verlaufen. Wir wissen, dass Erregung dieser Fäden Verengung, Zerschneidung derselben Erweiterung der Gefässe zur Folge hat. Der alte Satz, dass vom Herzen die Blutbewegung, von den Gefässen die Blutvertheilung abhange,[1] ist dergestalt zur Gewissheit gebracht. Schon hat diese Einsicht in dem Kampfe, der in diesem Augenblick zwischen der Neuro- und Cellular-Pathologie gefochten wird, eine ungemeine Wichtigkeit erlangt. Wie so häufig, ist auch diesmal der Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite von der erfolgt, wonach man ihn erwartet hätte. Die erweisliche Lähmung der Gefässnerven

1) Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. S. 512.

des Kopfes, obschon von einer ansehnlichen Störung der Blut- und der Wärmevertheilung begleitet, zieht keine Störung der Ernährung nach sich; und durch den sinnreichen Versuch Snellen's[1]) ist auch sogleich der Widerspruch versöhnt, der zwischen dieser Thatsache und der Erfahrung Magendie's über die Zerstörung des Augapfels nach Durchschneidung des Quintus bestand.

Ich will Ihre Aufmerksamkeit auf eine andere, im Vergleich hierzu freilich sehr unbedeutende Anwendung leiten, welche die Pathologie von der vasomotorischen Wirkung des Halstheiles des Sympathicus machen kann, nämlich zur Erklärung eines Theiles der Krankheitsfälle, welche als „Migräne" unter den kleinen Leiden des menschlichen Lebens eine so namhafte Rolle spielen. Meine Kenntniss der Migräne beruht auf Selbstbeobachtung.

Seit etwa meinem zwanzigsten Jahre leide ich, obschon sonst ganz gesund, an Migräne. Alle drei bis vier Wochen bin ich einem Anfall ausgesetzt, der meist in Folge irgend einer Schädlichkeit, z. B. langen Fastens, einer ermüdenden Abendgesellschaft u. dgl. m., eintritt. In der Regel geht ihm Verstopfung voraus. Ich wache dann am anderen Morgen, bei gestörtem Gemeingefühl, mit einem leisen Schmerz in der rechten Schläfengegend auf, der, ohne die Mittellinie zu überschreiten, sich allmählig ausbreitet, um Mittag seine Höhe zu erreichen, gegen Abend zu vergehen pflegt. Während der Ruhe ist der Schmerz erträglich, bei der Bewegung aber wächst er zu betäubender Heftigkeit. Er nimmt zu durch alle Umstände, welche den Blutdruck im Kopf erhöhen, beim Bücken, Husten u. s. f. Er steigert sich synchron mit dem Puls der Schläfenarterie. Diese fühlt sich auf der kranken Seite wie ein harter Strang an, während sie links die normale Beschaffenheit hat. Das Gesicht ist bleich und verfallen, das rechte Auge klein und geröthet. Auf der Höhe des Anfalls tritt, wenn er heftig ist, Uebelkeit ein, doch ist es, soviel ich mich entsinne,

1) Donders und Berlin, Archiv für die Holländischen Beiträge. 1858. Bd. I. S. 206.

nur einmal zum Erbrechen gekommen. Nähert sich der Anfall seinem Ende, so röthet sich das rechte Ohr unter lebhaftem Wärmegefühl, wie auch durch die Hand wahrnehmbarer Erhöhung der Temperatur. Schlaf kürzt häufig den Anfall bedeutend ab. Es hinterbleibt eine leichte gastrische Störung, auch ist am anderen Morgen manchmal eine Stelle der behaarten Kopfhaut schmerzhaft. Eine gewisse Zeit nach dem Anfall kann ich mich ungestraft Schädlichkeiten aussetzen, die ihn mir vorher unfehlbar würden zugezogen haben. Im Sommer sind die Anfälle seltener als im Winter, auf Fussreisen bleiben sie ganz aus. Sie haben jetzt an Heftigkeit und Regelmässigkeit sehr nachgelassen im Vergleich zu einer früheren Zeit, wo ich, bei geringer Rücksicht auf meine Gesundheit, noch Musse hatte, mich unausgesetzt grossen geistigen Anstrengungen hinzugeben.

Kein Praktiker würde anstehen, dieses Krankheitsbild als das einer mässig heftigen, aber ächten Migräne gelten zu lassen, denn in der That weicht dasselbe von den verschiedenen Beschreibungen der Migräne nicht weiter ab, als diese von einander. Was aber die Erklärungen der Krankheit bei den verschiedenen Schriftstellern betrifft, so ist keine darunter, welche auf die näheren Umstände meines Falles passte. Die Migräne wird durchgehends als eine Neuralgie aufgefasst, deren anatomischer Sitz jedoch, zum Theil ohne klare Gründe, verschieden bestimmt wird. So versetzt Romberg[1]) diesen Sitz in's Gehirn selbst, Tissot,[2]) dem Lebert[3]) folgt, in den ersten Ast des Quintus, Piorry[4]) in die Augenblendung. Andral[5]) und Valleix[6]) geben keine anatomische Definition der Migräne.

1) Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Dritte Aufl. Bd. I. Berlin 1857. S. 211.

2) Traité des Nerfs et de leurs Maladies. Paris 1783. t. III. p. II. p. 121.

3) Handbuch der praktischen Medicin. Tübingen 1859. S. 558.

4) Andral, Cours de Pathologie interne etc. 3ième Edition. Bruxelles 1839. p. 382. Vergl. Comptes rendus etc. 19 Décembre 1859. t. XLIX. p. 987.

5) Ibidem, p. 380 et suiv.

6) Traité des Névralgies ou Affections douloureuses des Nerfs. A Paris 1841. p. 149.

Von dem folgenden Erklärungsversuche der Erscheinungen, welche meine Migräne darbietet, schliesse ich die Periodicität des Leidens aus, die dasselbe mit vielen pathologischen und physiologischen Vorgängen im Nervensystem theilt. Es ist überhaupt nicht meine Absicht, etwas über den letzten Grund des Uebels auszusagen. Ich will nicht einmal die dabei bemerkbare gastrische Störung berücksichtigen, die zu diesem letzten Grunde vermuthlich in naher Beziehung steht, sondern ich werde nur zwischen den subjectiven Erscheinungen und den beobachteten Störungen des Kreislaufes einen muthmasslichen Zusammenhang aufdecken, und den näheren Grund dieser Störungen mit äusserster Wahrscheinlichkeit nachweisen.

Ich behaupte nämlich, dass bei meiner Migräne Tetanus der Gefässmuskeln der leidenden Kopfhälfte, oder Tetanus im Gebiete des Halstheiles des rechten Sympathicus stattfinde.

Der Zustand der Schläfenarterie, die Blutleere des Gesichtes, die Eingesunkenheit des rechten Auges zeigen, dass die Gefässmuskeln der kranken Kopfhälfte, so weit sie der Beobachtung zugänglich sind, dauernd zusammengezogen sind. Aus dem Zustand der A. ophthalmica schliessen wir auf einen gleichen Zustand der übrigen Aeste der Carotis interna und vermuthen denselben für die A. vertebralis.

Aus den Schwankungen des Blutdruckes im Gehirn, die die Folge der nach Art tonischer Krämpfe stossweise sich verstärkenden und wiederum nachlassenden Verkürzung der Gefässmuskeln sein werden, können wir sogleich, wie in Wollaston's Theorie der Seekrankheit,[1]) den die Migräne begleitenden Brechreiz herleiten. Auf die nämliche Art würde sich vielleicht das Flimmern vor den Augen, welches öfters bei Migräne, wie auch nach dem Gebrauch der Digitalis,[2]) beob-

---

1) Philosophical Transactions etc. For the Year 1810. P. I. p. 6; — Gilbert's Annalen der Physik. 1812. Bd. XL. S. 37.

2) Purkinje, Neue Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Berlin 1825. S. 120.

achtet wird, aus der Herabsetzung des Blutdruckes in der Sehsinnsubstanz erklären.

Wie dem auch sei, es ist ferner klar, woher die Röthung und die erhöhte Wärme in der Ohrgegend beim Nachlassen des Kopfschmerzes rühre. Es ist dieselbe Erscheinung, die man im warmen Zimmer nach dem Aufenthalt in der Kälte wahrnimmt. Die glatten Muskeln ermüden natürlich gleich den quergestreiften. Lässt die Ursache nach, die die Gefässmuskeln so lange in tonischen Krampf versetzte, so folgt auf die Ueberanstrengung ein Zustand der Ermattung, worin die Gewässwände dem Seitendruck mehr als sonst nachgeben. Die Folgen davon sind dieselben, als ob die vasomotorischen Nerven zerschnitten und der Tonus der Gefässmuskeln aufgehoben wäre: Röthe und erhöhte Temperatur.[1])

Ein Umstand in dem obigen Krankheitsbilde, der auch sonst in den Beschreibungen der Migräne niemals fehlt, stimmt freilich nicht mit unserer Theorie, nämlich die während des Anfalls selber bereits bestehende Röthung der Augenschleimhaut der kranken Seite. Doch ist dies vielleicht so zu deuten, dass die Gefässmuskeln der Conjunctiva entweder früher ermüden, oder früher angefangen haben sich zusammenzuziehen als die der übrigen betheiligten Gefässe.

Ein tonischer Krampf sämmtlicher Gefässmuskeln der einen Kopfhälfte kann in nichts seinen Grund haben, als in einer dauernden Erregung, einem Tetanus des Halstheiles des N. sympathicus derselben Seite. Der Sitz eines solchen Tetanus wiederum würde zu suchen sein in der entsprechenden Hälfte der von Budge und Waller sogenannten Regio cilio-spinalis des Rückenmarkes. Ich setze dabei voraus, was zwar meines Wissens noch nicht durch den Versuch erwiesen, aber wegen des Plexus vertebralis kaum zu bezweifeln ist, dass auch die Contractionszustände der A. vertebralis von hier aus beherrscht werden. Es würde sich bei der beschriebenen Art der Migräne

---

1) Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt zu versuchen, ob während des Anfalls die Temperatur in dem Ohr der leidenden Seite niedriger ist als in dem der gesunden.

also gar nicht um ein Leiden des Gehirns oder der Hirnnerven, sondern um ein solches der Schultergegend des Rückenmarkes handeln.

Ich gebe zu, dass bis hierher die Schlussfolge locker und etwas willkürlich erscheinen kann. Allein ich bin, wie gesagt, in der Lage, ihr einen an Gewissheit grenzenden Grad von Wahrscheinlichkeit zu verleihen.

Besteht wirklich, im Migräne-Anfall, bei mir ein Tetanus der vom Halstheil des rechten Sympathicus versehenen contractilen Gebilde, so muss die Pupille der kranken Seite erweitert sein. Ein Blick in den Spiegel bei erster Gelegenheit, nachdem ich auf diese Muthmassung verfallen war, zeigte mir, dass ich mich nicht getäuscht hatte. Doch ist es misslich, sich bei dieser Prüfung, ohne besondere Vorkehrungen, auf sein eigenes Urtheil zu verlassen. Das Hin- und Herwenden der Augen beim Vergleiche der Pupillen ist leicht mit einer Veränderung der Summe der Lichtmengen verbunden, die in beide Augen fallen, so dass man eine Veränderung in der Weite beider Pupillen leicht mit einem Unterschiede in der Weite beider verwechseln kann. Es traf sich aber vor einiger Zeit, dass ich während eines heftigen Anfalls den Besuch eines geübten Beobachters, des Herrn Dr. Schacht, erhielt. Ohne ihm zu sagen, worum es sich handele, bat ich ihn meine Pupillen zu untersuchen, worauf er sogleich die des rechten Auges als die weitere bezeichnete. Der Unterschied in der Weite beider Pupillen erschien um so beträchtlicher, je beschatteter die Augen waren, ganz wie es bei dem Tetanisiren des Halstheiles des Sympathicus der Fall ist. Ich brauche nicht zu bemerken, dass ich ausserhalb der Anfälle ganz gleich weite Pupillen habe.

Ich kann hinzufügen, dass, seitdem ich auf die Regio ciliospinalis als den eigentlichen Sitz des Leidens aufmerksam geworden bin, ich die Dornfortsätze daselbst während und nach dem Anfalle beim Druck schmerzhaft gefunden habe.

Danach ist es als ausgemacht anzusehen, dass bei mir in der Migräne Tetanus des Halstheiles des rechten Sympathicus stattfindet. Es kann sich nur noch darum handeln, ob dieser Tetanus die Migräne, d. h. eine dieselbe wesentlich ausma-

chende Neuralgie nur begleite, oder ob er vielleicht die Migräne selbst sei, d. h. die unmittelbare Ursache des Kopfschmerzes enthalte.

Die letztere Ansicht setzt voraus, dass man zugebe, der tonische Krampf glatter Muskeln sei nicht minder schmerzhaft, als der der quergestreiften Muskeln im Wadenkrampf, dem Tetanus beim elektrischen Tetanisiren u. s. f. Die Wehen des Uterus, die Kolik, erlauben keinen Zweifel an der Zulässigkeit dieser Annahme. Mit Hülfe derselben wird erklärlich, weshalb die Haut beim Fieberfrost schmerze. Und so ist leicht ersichtlich, dass, wenn die Gefässmuskeln auf der einen Seite des Kopfes im Tetanus begriffen sind, dies als halbseitiger Kopfschmerz empfunden werden könne. Dass ein so unempfindliches Thier, wie das Kaninchen, nicht schreit, wenn man das peripherische Ende des Halstheiles seines Sympathicus tetanisirt, wird man nicht als Beweis für das Gegentheil anführen wollen. Auch die Wehen sind bei den Thieren nicht so schmerzhaft wie beim Menschen.

Der Muskelschmerz beim Tetanus rührt vermuthlich her von dem Druck auf die innerhalb der Muskeln verbreiteten Gefühlsnerven. Dieser Druck, und folglich jener Schmerz, muss zunehmen, wenn die tetanischen Muskeln stärker angespannt werden, wie man dies beim Wadenkrampf erfährt, wenn man die Gastroknemien mittels der Antagonisten entweder, oder, bei unterstütztem Fussballen, mittels des Körpergewichtes dehnt. Dasselbe wird, bei Tetanus der Gefässmuskeln, durch gesteigerten Seitendruck des Blutes in den Gefässen bewirkt werden. So erklärt es sich also auch bei dieser Vorstellung, dass der Schmerz sich mit der Erhöhung des Blutdruckes im Kopfe steigere. Bei Annahme einer Neuralgie würde man sich, um dies zu deuten, wie in ähnlichen Fällen, z. B. beim Zahnweh, bei Abscessen, zu denken haben, dass die empfindlicheren Nerven den sonst nicht wahrgenommenen Druck der Gefässe schmerzhaft verspüren.

Doch scheint es, dem Gesagten zufolge, in meinem Falle kaum nöthig, noch nach einem anderen Grunde für den Kopfschmerz, neben dem Tetanus der Gefässmuskeln, zu suchen.

Ich bin übrigens weit entfernt zu glauben, dass alle und jede Migräne auf der bei mir nachgewiesenen Ursache beruhe. Ich habe vielmehr selber bereits Gelegenheit gehabt, sehr ausgesprochene Fälle periodischen halbseitigen Kopfschmerzes zu beobachten, wo kein Unterschied in der Weite der Pupillen zu sehen war, also kein Innervationsfehler im Bereich des Halstheiles des einen Sympathicus stattzufinden schien. Seitdem ich die Praktiker unter meinen Bekannten auf den Gegenstand aufmerksam gemacht habe, ist denselben kein dem meinigen ähnlicher Fall vorgekommen. Eben so wenig gelingt es, einen solchen aus den Beschreibungen der Schriftsteller heraus zu erkennen. Piorry hat zwar erwähntermassen die Migräne für eine Neuralgie der Iris erklärt, unter den Gründen aber, die er dafür beibringt, findet sich ein veränderter Durchmesser der Pupille nicht angeführt.

In vielen, vielleicht den meisten Fällen, ist also wohl das Wesen der Migräne nach wie vor in einer Neuralgie zu suchen. Allein aus der Schaar früher unter diesem Namen begriffener Zufälle wird man nunmehr die hier erörterte Form als Hemikrania sympathico-tonica auszuscheiden haben. Sonderbar genug, wenn Kussmaul's und Tenner's Lehre richtig ist, welche den Grund mancher fallsüchtigen Zufälle in eine krampfhafte Zuschnürung sämmtlicher Kopfarterien setzt,[1]) so würde sich meine Migräne von dieser Art der Epilepsie weniger dem Wesen der dabei herrschenden Störung, als vielmehr nur deren Grade und Ausdehnung nach unterscheiden.

Heilbemühungen würden sich bei diesen Krankheitsformen, in Ermangelung anderer Indicationen, unstreitig eine Einwirkung auf die Regio cilio-spinalis vorsetzen müssen.

---

1) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. III. 1857. S. 112—115.

Ueber die feinere Structur der Lobi olfactorii der Säugethiere.

Von

Ph. Owsiannikow.

Zwei Endzwecke lassen sich an jedem thierischen Organismus unterscheiden, die Erhaltung seines eigenen Lebens und die der Gattung. Beide Zwecke sind auf's Innigste mit dem Nahrungserwerb verbunden, dieser aber wird begünstigt durch die grössere oder geringere Ausbildung einzelner Theile des Thieres, angepasst an ihr individuelles Leben. Der Raubvogel besitzt ein scharfes Auge, die Katze ein scharfes Gehör, der Hund eine feine Nase, der Mensch ein ausgebildetes, grosses Gehirn. Während bei Thieren die stärkere Ausbildung einzelner Sinne und der mit ihnen verbundenen Gehirnpartieen, dieselben bei Aufsuchung der Nahrung oft zu sogenannten instinctmässigen Handlungen veranlasst, ist die Selbsterhaltung des Menschen auf die Thätigkeit des grossen Gehirns vorzüglich angewiesen. Von diesem Gesichtspunkte aus war für mich die Untersuchung der Lobi olfactorii einiger Thiere, sowohl in Beziehung auf die Form und Grösse, als auch auf die innere Structur, von grossem Interesse. Ferner war ich dazu veranlasst durch die Meinungen einzelner Physiologen, welche die aus den Lobi olfactorii ausgehenden Fasern bald für eine Art von Bindegewebe hielten, bald in ihnen eine so abweichende Structur von anderen Nervenfäden entdeckten, dass sie denselben die Nerventhätigkeit absprachen. Selbst einer der grössten Physiologen unserer Zeit stellte die Frage auf, ob nicht der in der Nasenschleimhaut sich verbreitende Ast des Trigeminus an der Geruchsempfindung betheiligt sei.

In diesen Zeilen übergehe ich die Grösse der Lobi olfac-

torii, ebenso das Gewicht derselben; welches bei den verschiedenen Thieren im Verhältnisse zu dem grossen Gehirn, nach meinen Messungen und Wägungen, ein sehr verschiedenes ist. Je mehr das Leben des Thieres von dem Geruchssinn abhängig ist, desto entwickelter sind die Lobi olfactorii. Beim Menschen spielen sie eine sehr geringe Rolle; sie sind bei ihm am wenigsten entwickelt.

Die Form der Geruchskolben ist eine ovale und erinnert uns sehr an eine Bohne oder Niere. Das Herauspräpariren derselben ist sehr schwierig; es muss sehr vorsichtig geschehen und gelingt eher bei jungen Thieren, weil die Knochen weniger hart sind und leicht entfernt werden können.

Sind dieselben herauspräparirt, so legt man sie in eine Chromsäurelösung oder in eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali. Will man die Elementartheile womöglich im Zusammenhange sehen, so sind die Präparate aus der Chromsäurelösung vorzuziehen, während zu der Untersuchung der Einzelheiten das doppeltchromsaure Kali bessere Resultate liefert.

Wenn die Präparate schon so fest geworden sind, dass feine durchsichtige Plättchen daraus gefertigt werden können, so macht man einige Quer- und Längsschnitte. Um diese noch durchsichtiger zu machen, bediente ich mich des Glycerin, Acidum nitricum oder Schwefelsäure. Wenn auch die beiden letzten Lösungen vortreffliche Dienste bei der Untersuchung leisten, so ist Glycerin dennoch vorzuziehen, wenn die Schnitte längere Zeit aufbewahrt werden sollten. Sind sie zu durchsichtig, so fügt man etwas Wasser hinzu.

Ich fange die Beschreibung mit einem Querschnitte an.

In der Mitte des Schnittes sehen wir eine Oeffnung, die Höhle der Lobi olfactorii. Ihre Länge und Breite correspondirt mit der Länge und Breite der Lobi olfactorii, die breiteste Stelle ist in der Mitte. Die Centralhöhle ist bei allen Säugethieren, Fischen und Amphibien mit Cylinderepithelium besetzt, welches, in Beziehung auf die Grösse der Zellen, bei verschiedenen Thieren keine bedeutenden Abweichungen darbietet.

Diese Epithelialzellen besitzen im Allgemeinen die Form eines Trichters.

Beim Frosche	sind sie 0,017 Mm. lang,	0,006—0,013 Mm. breit,
Ochsen	0,022 „	„ 0,011 Mm. breit,
bei jungen Schweinen	0,022 „	„ 0,006—0,008 Mm. breit.

Bei den zuletzt genannten Thieren ist es mir am besten gelungen, das Verhältniss des dünnen Endes der Epithelialzelle zu dem Substrat der Lobi olfactorii zu verfolgen. An den auf die bezeichnete Weise erhärteten Präparaten scheint es nämlich, als ob jede Epithelialzelle durch ihr dünnes Ende mit einem Faden des Substrates von der Breite von 0,001 Mm. continuirlicher Verbindung stehe. An der Verbindungsstelle findet sich eine längliche Anschwellung; diese giebt uns ein Bild, als ob ein Röhrchen in das andere geschoben ist.

Die einzelnen Fäden scheinen sich ferner unter einem spitzen Winkel zu verbinden, und in die Bindegewebskörperchen, von 0,002—0,004 Mm. im Durchmesser, überzugehen. Auch bei den Fröschen habe ich unter gleichen Umständen die Verbindung der Epithelialzellen mit den Bindegewebskörperchen gesehen. Ich muss dabei hervorheben, dass sich die Sache bei mit Chromsäure behandelten Präparaten so ausnimmt, wie ich es beschrieben habe. Es wäre aber wohl wünschenswerth, die beschriebenen Structurverhältnisse auch unter anderen Umständen und namentlich an frischen Präparaten nachweisen zu können. Die Epithelialzellen besitzen kleine Flimmerhaare.

Gehen wir von den Epithelialzellen nach innen, in die Substanz der Lobi olfactorii, so treffen wir auf eine Schicht, welche nur aus Bindegewebe und feinen Capillargefässen besteht. Hier finden sich keine Nervenelemente. Diese Schicht ist ganz von derselben Natur, wie jene, welche den Centralcanal des Rückenmarks umgiebt.

Diese Elemente bilden die erste Schicht, die die Centralhöhle umgiebt.

Die zweite Schicht enthält hauptsächlich breite Nervenfasern, von 0,003 Mm., die fast parallel der Längsaxe der Höhle verlaufen. Bei einem Längsschnitte sieht man diese Fasern in starke Bündel gruppirt, bei einem Querschnitte erkennt man in

der Mitte jeder querdurchschnittenen Faser, den Cylinder axis. Blutgefässe sind hier sehr wenig, Nervenzellen gar nicht vorhanden.

Von der äusseren Seite dieser Schicht trennen sich kleine Bündel, die bei grösseren Thieren, wie bei Hunden und Ochsen, an Längsschnitten mit blossem Auge, selbst an frischen Präparaten, deutlich zu sehen sind. Die Fasern gehen aus den Bündeln nach verschiedenen Seiten, werden feiner und verbinden sich mit kleinen Nervenzellen von der Länge von 0,011 bis 0,013 Mm., 0,004—0,006 Mm. Breite.

Diese Zellen, welche die dritte Schicht bilden, sind dieselben, die wir im Rückenmarke und im Gehirn als sogenannte „sensible" Zellen kennen gelernt haben. Sie haben einen deutlichen Kern, eine rundliche, zuweilen etwas längliche Form und besitzen vier oder fünf ganz dünne Fortsätze. Mit anderen Worten heisst es, dass eine solche sensible Zelle mit vier oder fünf Nervenfäden in Verbindung steht. Nachdem die Fasern von einer Seite mit den Zellen sich verbunden haben, laufen sie von der entgegengesetzten Seite aus denselben wieder heraus und gehen zur Peripherie.

Bei frischen Präparaten besitzt diese Schicht eine weisslich graue Farbe. Auch sind die Nervenfäden hier viel feiner als in der vorhergehenden Schicht, sie messen 0,002—0,001 Mm. Alle drei Schichten hängen sehr fest an einander. Die vierte Schicht trennt sich aber sehr leicht ab, sowohl an Chromsäurepräparaten als auch an frischen. Die Ursache davon ist ein überaus grosser Reichthum an Blutgefässen, die dem Beobachter als ziemlich dicke Stämme entgegentreten, besonders an der Grenzlinie der dritten Schicht.

Um die Gefässe deutlich zu sehen, habe ich dieselben mit Carmin gefärbt. Auch unterband ich bei lebendigen Thieren die Jugularvenen, um auf solche Weise eine künstliche Injection der feinsten Gefässe mit Blutkörperchen zu erzielen. Man kann auch auf andere Weise zu diesem Ziel gelangen, wenn man z. B. die Thiere erdrosselt und eine Zeit lang mit dem Kopfe nach unten hängen lässt.

Die feinen Nervenfasern der dritten Schicht überschreiten

meistens einzeln oder zu kleinen Bündeln gruppirt die Grenzlinie der vierten Schicht, werden dann noch feiner (0,0007 Mm.), besitzen aber noch ihr Nervenmark und erscheinen deshalb mit doppelten aber sehr feinen Conturen.

In der vierten Schicht verbinden sie sich mit kleinen Nervenzellen, die meistens alle bipolar sind, deren Länge gewöhnlich 0,006 Mm. beträgt. Sobald die Fasern $^2/_3$ dieser Schicht durchschritten haben, gruppiren sie sich zu mehr oder weniger starken Bündeln, die quer durchgeschnitten als runde, gleichförmige Flecken von verschiedener Grösse sich ausnehmen.

Die Bündel werden von Gefässen umsponnen und durchsetzt, so dass es im höchsten Grade schwer ist, dieselben zu zerfasern. Auch hier trifft man die bipolaren Nervenzellen an.

Die Gefässe sind meistens so fein, dass sie keine Blutkörperchen besitzen. Nicht selten haben die Bündel auf den Querschnitten die Form von Kolben, in derselben Weise, wie sie Leydig bei den Fischen gesehen hat.

Die Art, wie die Fasern sich in Bündel gruppiren, lässt sich am deutlichsten an den Schnitten sehen, die den Lobi olfactorii parallel gemacht sind.

Es lässt sich auch nicht verschweigen, dass ich bei einigen grossen Thieren, z. B. bei Ochsen, in dieser Schicht unter einer Anzahl kleiner Zellen einzelne grössere gesehen habe. Diese Zellen finden sich aber selten, besitzen eine ziemlich bedeutende Anzahl nach allen Seiten hin gehender Fortsätze, die ich aber nie in dicke, sondern nur in feine Nervenfäden übergehen gesehen habe. In der vierten Schicht sind keine dicken Nervenfasern vorhanden.

Zuweilen sind die Durchschnitte der Blutgefässe den grossen Nervenzellen sehr ähnlich, weshalb als Zellen nervöser Natur nur diejenigen mit unumstösslicher Sicherheit bezeichnet werden können, deren Fortsätze in wirkliche Nervenfäden übergehen.

In solchen Fällen, wo ein Gefäss Aehnlichkeit mit einer Nervenzelle hat, könnte ein feiner, kurz am Stamme durchgeschnittener Ast für den Kern der Zellen gehalten werden,



z. B. a. stellt ein grosses, querdurchschnittenes Blutgefäss vor, mit vielen Aesten. b. ein kleines, welches an dem ersten dicht abgeschnitten ist und unten liegt. So wird in dieser scheinbaren Zelle der Kern durch die Wandung des abgeschnittenen Stämmchens, das Kernkörperchen dagegen durch das Lumen in dem Stämmchen, oder noch täuschender durch ein sich dort befindendes Blutkörperchen gebildet.

Die Stämme der querdurchschnittenen Blutgefässe sind meistens viel dicker als die Nervenzellen.

Die mit Glycerin befeuchteten Präparate geben besonders Veranlassung zur Verwechselung, indem die Gefässwandungen ein fein granulirtes Ansehn annehmen, welches dem Inhalte der Nervenzellen täuschend ähnlich ist.

Die Gefässe werden durch Chromsäure eben so wie die Nervenzellen gelblich gefärbt.

In der neuesten Zeit haben einige Beobachter den Carmin, welcher besonders die Nervenzellen färben soll, zum Auffinden dieser Zellen vorgeschlagen.

Nach meinen Beobachtungen ist er aber ein sehr trügerisches Mittel. Der Carmin färbt ausser den Nervenzellen noch viele andere Elemente, z. B. Gefässe, Blutkörperchen, Epithelialzellen, Bindegewebe, Bindegewebskörperchen u. s. w. Nur die Nerven, wenn sie noch Nervenmark besitzen, werden nicht gefärbt; der Cylinder axis, sobald er nackt ist, wird gefärbt.

Es ist eine interessante Thatsache, dass, nachdem die Fasern sich mit den Zellen verbunden und zu Bündeln gruppirt haben, einzelne von ihnen sich so dicht an einander legen, dass es scheint, als ob sie eine gemeinschaftliche Hülle erhalten hätten.

Die meisten Beobachter halten die Geruchsnerven für marklos; nach meinem Dafürhalten ist jener leichte, staubförmige Anflug, mit dem der Cylinder axis bedeckt ist, für das Nervenmark anzusehen. Er verliert sich freilich bei weiterem Verlauf und scheint nichts Wesentliches bei der Nerventhätigkeit zu bilden.

Die Olfactoriusfasern unterscheiden sich wesentlich von anderen Nervenfasern; sie sind hell, bandartig, hängen sehr an einander und erinnern uns an die Fasern, die wir im Rückenmarke von *Petromyzon* kennen gelernt haben, sie müssen aber dennoch für wahre Nervenfäden gehalten werden, da ich auf's Deutlichste ihren Zusammenhang mit den Zellen und dunkelrandigen Fasern der Lobi olfactorii gesehen habe.

Die Olfactoriusfasern habe ich in der Schleimhaut gewöhnlich 0,006—0,008 Mm. breit gefunden. Kocht man dieselben längere Zeit in Wasser, angesäuert mit Acid. nitr., so reissen sie in der Weise, dass aus jeder Faser 5—8 und mehr kleine Härchen hervorragen, welche wohl nichts anderes sind, als Axencylinder. Somit scheinen mehrere Nervenfäden eine gemeinschaftliche dicke Hülle zu haben.

Um die Endigung der Geruchsnerven in der Nasenschleimhaut zu verfolgen, verfuhr ich auf folgende Weise. Nachdem die Geruchskolben von dem äusseren Knochen abgetrennt worden, legte ich das Präparat in Chromsäurelösung. Nach ein paar Wochen verwendete ich dasselbe zur Anfertigung von Schnitten durch die Schleimhaut. Da letztere bei jungen Thieren auf Knorpeln aufsitzt, und diese sich sehr gut schneiden lassen, so gelingt es, an einzelnen durchsichtigen Präparaten, die Fasern bis zu ihrem Ende zu verfolgen.

Eine andere Methode ist folgende:

Man legt die abpräparirten Lobi olfactorii und die von oben geöffnete Nasenhöhle in eine Lösung von chromsaurem Kali Nach 3—6 Tagen nimmt man das Präparat heraus und trennt ein Stückchen Nasenschleimhaut ab, und zwar so, dass man den aus den Lobi olfactorii heraustretenden Stamm mit blossen Augen sehen kann. Nun legt man diese Schleimhaut in reines Wasser und fügt einige Tropfen Acid. nitr. hinzu. Darauf, wenn das Präparat einige Minuten auf einer Spirituslampe gekocht hat, legt man dasselbe auf ein Glas und bedeckt es mit einem Deckgläschen.

Durch diese Behandlungsweise wird die Schleimhaut so durchsichtig, dass man die Bündel des Olfactorius mit einer überraschenden Deutlichkeit hervortreten sieht. Je weiter man

die Bündel von der Eintrittsstelle aus verfolgt hat, desto deutlicher sieht man die einzelnen Fasern. Endlich bemerkt man, dass die 0,006 Mm. breiten Fasern in einige feine, helle, nicht varicöse zerfallen. Um aber die feinen Fäden bis zu ihrem äusseren Ende besser sehen zu können, ist es gut, das Schleimhautstückchen mit feinen Nadeln zu zerfasern, und dann erst bedeckt mit einem Deckgläschen der mikroskopischen Beobachtung zu unterwerfen.

Ich habe die Fasern an solchen Präparaten auf folgende Weise sich endigen gesehen.

Einige Fasern schienen sich mit den an der Oberfläche befindlichen langen Epithelialzellen zu verbinden, welche von vielen Autoren mit Recht als Geruchszellen bezeichnet werden. Dieselben unterscheiden sich von anderen Epithelialzellen dadurch, dass sie lang und schmal sind. Ihr Kern sitzt mehr an ihrem Anfange und hat Aehnlichkeit mit einer Nervenzelle. Die Flimmerhaare, welche sehr blass, kurz und gerade sind, können nur in Humor aqueus gesehen werden, und zwar an ganz frischen Präparaten. Die eigentlichen Epithelialzellen der Nasenschleimhaut besitzen keine so regelmässige Stäbchenform, haben einen Kern mitten in der Zelle; die Flimmerhaare sind stark, lang, gekrümmt und widerstehen dem Wasser und der schwachen Säure.

Andere Nervenfasern, nachdem sie sich mit Zellen verbunden haben, welche den bipolaren Nervenzellen ähnlich sind, drängen sich zwischen die Epithelialzellen. Hier sollen sie, nach Untersuchungen von Ecker und Anderen, frei endigen. Obschon Ecker zu den tüchtigsten Beobachtern gehört, glaube ich in dieser Hinsicht ihm nicht beistimmen zu können. Ich habe diese Nervenfasern sehr oft mit kleinen, trichterförmigen Zellen, welche auch dünne, gerade Cilien hatten, sich verbinden sehen. Dort, wo die Zellen fehlten, waren sie unstreitig abgestossen. Ausserdem ist eine freie Endigung der Nervenfasern eines Sinnesorgans nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht gut denkbar. Es muss ein Vermittlungsorgan zwischen der Aussenwelt und dem Nerven angenommen werden.

Nachdem ich die Geruchsnerven von ihrem Anfange in den Lobi olfactorii bis zu ihrem Ende in der Nasenschleimhaut verfolgt habe, muss ich noch folgende Bemerkungen zufügen.

Zwischen dem rechten Lobus olfactorius und dem linken existirt keine Commissur, eine solche scheint übrigens physiologisch nicht nothwendig zu sein.

Verfolgen wir die Fasern der zweiten Schicht aus den Lobi olfactorii nach hinten, so sehen wir dieselben zum grossen Gehirn gehen und sich dort in kleinen Nervenzellen verlieren. Diese Fasern stellen also eine Verbindung zwischen den Geruchszellen und dem grossen Gehirn dar.

Schliesslich muss ich noch hinzufügen, dass ich in den Lobi olfactorii keine einzige solche Nervenzelle gesehen habe, die mit den sogenannten sympathischen Aehnlichkeit gehabt hätte.

Die Structur der Lobi olfactorii habe ich bei verschiedenen Thieren untersucht: bei Ochsen, Kälbern, Schweinen, Hunden, Katzen, Hasen, Mäusen und Maulwürfen, überall habe ich dieselben Verhältnisse wiedergefunden.

Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes.

Von

Dr. W. Kühne.

Das unter dem Namen Curare bekannte amerikanische Pfeilgift nimmt in der jüngsten Geschichte der Physiologie einen so wichtigen Platz ein, dass die vorliegende Untersuchung keiner weiteren Rechtfertigung bedarf. Zahlreiche Arbeiten im Gebiete der Toxikologie haben schon früher gezeigt, zu welcher bedeutenden Rolle die Gifte in der Physiologie berufen sind, da ein guter Theil der Lehre von den Reflexen und der Thätigkeit des centralen Nervensystems auf dem Studium des Strychnins und der Narkotika beruht. Eine ähnliche Bedeu-

tung hat im Augenblicke das Curare gewonnen, denn es ist unläugbar, dass fast die ganze neuere Entwicklung unserer Kenntnisse von dem motorischen Nerv-Muskelapparat in den letzten Arbeiten von Cl. Bernard und Kölliker über das Pfeilgift ihren Ursprung findet. Namentlich bezieht sich dies auf das jetzt allgemein so lebhaft hervortretende Interesse an der Irritabilitätsfrage, welches seinerseits eine ganze Literatur über das Curare hervorzurufen scheint. Die folgende Mittheilung soll hiervon keine Ausnahme machen, sie dürfte sich aber darin wesentlich von den bisher erschienenen Untersuchungen unterscheiden, dass hier die selbständige Reizbarkeit der Muskelfaser als auf anderem Wege bereits bewiesen vorausgesetzt wird, obgleich nicht geläugnet werden soll, dass die Beweiskraft der Curare-Vergiftung für die Irritabilität die Frage bildete, von welcher anfangs ausgegangen wurde. Wenn Kölliker, der erste mit Bernard übereinstimmende Forscher, seine Ansichten über die Wirkung des Giftes als besonders vorurtheilsfrei aufzunehmen bittet, weil ihm die Irritabilität noch für eine offene Frage gegolten habe, indem er die von Eckhard vorgebrachten angeblichen Gegenbeweise bestritt, so ist es vielleicht nicht unbillig für eine Untersuchung, welche unbekümmert um die Rettung der Muskelirritabilität zu Werke gegangen, ein ähnliches Wohlwollen zu beanspruchen. Es handelt sich im Augenblicke nicht mehr ausschliesslich darum, ob die Curare-Vergiftung in dieser Hinsicht beweisend sei, sondern um die Verfolgung des ganzen geheimnissvollen Vorgangs, der durch das Gift in's Werk gesetzt wird.

Wenn man ein Thier auf irgend eine Weise mit Curare vergiftet, so findet man dasselbe bekanntlich nach kurzer Zeit in einem Zustande vollkommener Lähmung. Reizung des Rückenmarks oder der Nerven erzeugt gar keine Bewegungen mehr, und nur solche Einflüsse, welche direct die Muskeln treffen, rufen Contractionen hervor. Dieser Erfolg der Vergiftung ist so allgemein bekannt und so vielfach bestätigt, dass uns nur die Erklärung der Erscheinung übrig bleibt. Für diejenigen,

welche geneigt sind, der Muskelfaser selbständige Reizbarkeit zuzuschreiben, wird es immer sehr einladend sein, anzunehmen, dass das Gift die Nerven in ihrer ganzen Ausdehnung beeinflusse, während Andersgesinnte sich gern dem Zweifel überlassen werden, ob das Gift nicht doch einen Theil der Nerven verschone, und zwar hauptsächlich die allerletzten im Muskel enthaltenen Ausstrahlungen. Im Anschlusse an diese beiden Anschauungsweisen wird in dem Folgenden zuerst von dem Verhalten der intramuscularen Nerven, und später von dem der motorischen Stämme gehandelt werden.

I. Vom Einflusse der Curare-Vergiftung auf die im Muskel liegenden Nerven.

Schon Bernard und Kölliker haben das Bedürfniss gefühlt, durch Versuche wahrscheinlich zu machen, dass die Lähmung der Nerven sich nicht auf die motorischen Stämme beschränke, sondern auch bis in die intramuscularen Enden hinab wirke. Durchschneidung der Nerven zeigte, dass bei der Vergiftung an einen vom Rückenmark nach der Peripherie ausgehenden Vorgang nicht zu denken sei, und hierdurch entstand zugleich die Vermuthung, ob das Gift nicht gerade umgekehrt von der Peripherie nach dem Centrum seine Wirkung entfalte. Weitere Versuche liessen darauf erkennen, dass die Nervenstämme längere Zeit vor der Lähmung bewahrt werden können, wenn dem Gifte durch Unterbindung der in den Muskel eintretenden Blutgefässe der Zutritt zu ihrer Peripherie versperrt wurde. Jedenfalls liegt hierin der erste Grund für die Annahme, dass das Curare vorzugsweise solche Theile der Nerven lähme, welche im Inneren des Muskels liegen, während die Betheiligung der Stämme damit sogar zweifelhaft wird. Die Verwendung dieser Erfahrungen für die Irritabilitätslehre schliesst jedoch den leicht zu übersehenden Trugschluss in sich, dass die Lähmung der Nerven gerade bei den letzten intramuscularen Spitzen beginnen müsse, damit ein solches Aufsteigen des Vorgangs von der Peripherie nach dem Centrum möglich werde. Um diese Klippe zu vermeiden, müssen wir uns begnügen, aus den bis hieher vorliegenden Thatsachen nur den

Schluss zu ziehen, dass das Curare einen gewissen Abschnitt sämmtlicher im Muskel liegenden motorischen Nervenfasern leitungsunfähig mache, indem wir vor der Hand noch ganz davon absehen, ob die einmal erreichte Lähmung dieser Gebilde in den Primitivfasern aufwärts bis in die Stämme vordringe.

Bei diesem Stande der Dinge ist es natürlich, dass spätere Untersuchungen besonders auf das letzte peripherische Nervenende Rücksicht genommen haben, und wir wären wahrscheinlich mehr darüber aufgeklärt worden, wenn sich auch die Experimentirung gerade an diesen Theil gehalten hätte. In Wahrheit ist dies jedoch nur geschehen von Einem, von Haber,[1]) welcher unter Reichert's Leitung das ganze Gebiet der Curare-Versuche einer erneuerten Prüfung unterzog. Haber hat unter sehr deutlicher Beziehung auf die Mitwirkung Reichert's auf eine schon von den ersten Beobachtern bemerkte Erscheinung besonderes Gewicht gelegt, nämlich auf die sogenannten localen Zuckungen, welche die Muskeln mit Curare vergifteter Thiere bei directer Reizung darbieten. Es ist dies ein Punkt, auf welchen hier genauer eingegangen werden muss, weil er von Anfang an zu Missverständnissen der verschiedensten Art Anlass gegeben hat. Zuerst wurde behauptet, die vergifteten Muskeln zeigten eine grosse Geneigtheit zu bloss örtlichen auf die Reizstelle beschränkt bleibenden Contractionen, während ausserdem bemerkt wurde, dass nur die Primitivbündel zuckten, welche entweder mit den Elektroden, oder mit anderen Reizmitteln direct in Berührung gekommen. In meiner ersten Mittheilung über chemische Reizung bin ich bemüht gewesen, die erstere Angabe als irrig zu bezeichnen, und ich brauchte hier nicht von Neuem darauf hinzuweisen, wenn nicht von Seiten der Redaction dieses Archivs der Sinn meiner damaligen Beweisführung entstellt wäre durch eine Anmerkung, welche die zweite Erscheinung in Erinnerung bringt, wo von ihr gar nicht die Rede ist.[2]) Wie sehr übrigens die Zurück-

1) Siehe dieses Archiv. 1859. 1. Heft S. 98.

2) Myologische Untersuchungen von W. Kühne. Leipzig bei Veit & Co. 1860. S. 32.

weisung der von Kölliker behaupteten Art localer Contractionen früher am Platze war, erhellt jetzt aus der neuesten Angabe der mikroskopischen Anatomie dieses Autors, in welcher sich derselbe die viel besprochene Schiff'sche idiomusculäre Contraction hier zu Nutze macht. An ein Missverständniss von meiner Seite ist nach diesen neueren Belegen nicht zu denken. Da dieser Gegenstand demnach für erledigt werden kann, so bleibt uns jetzt nur die andere Erscheinung übrig, nämlich das isolirte Zucken einzelner Primitivbündel bei localer Reizung der Muskeln.

Die Thatsache ist von Haber auf Reichert's, wie es scheint, ausdrücklichen Antrieb zu einem Beweise für die Lähmung der allerletzten peripherischen Enden der intramuscularen Nerven benutzt worden. Wie nachher gezeigt werden soll, ist sie indessen dazu durchaus nicht geeignet, vielmehr lässt sich mit grosser Leichtigkeit darthun, dass ein so scharfer Unterschied zwischen vergifteten und unvergifteten Muskeln gar nicht existirt. Es giebt Muskeln, welche auf grossen Strecken gar keine Nerven enthalten, wie z. B. der Sartorius der Frösche, und diese geben von allen Stellen ihrer nervenlosen Endabschnitte aus nie andere als locale Zuckungen, sobald die Verbindungslinie der Elektroden den Muskelprimitivbündeln parallel läuft. Aber nicht nur diese Abschnitte, sondern auch viele andere mitten zwischen dem intramuscularen Nervenknäuel gelegene Stellen können bei demselben Verfahren ausschliesslich locale Zuckungen darbieten, so dass die Zahl derjenigen Punkte, von welchen aus bei localer Reizung ausgebreitete Contractionen entstehen, sich als ungemein klein herausstellt. Es giebt im Sartorius sogar nur eine einzige Stelle, deren locale Reizung Zuckung des ganzen Muskels hervorruft, und diese entspricht genau dem Eintritt seines Nerven. Alle anderen selbst nervenhaltigen Orte, an welche man die Elektroden wandern lässt, liefern immer nur mehr oder minder ausgebreitete Zuckungen. Selbstverständlich darf bei diesen Versuchen nur das Minimum der Stromdichte zur Reizung benutzt werden, da man sicher sein muss, dass nur die von den Elektroden be-

rührten Muskelprimitivbündel von einer zur Zuckung hinreichenden Erregung betroffen wurden.

Hiermit soll nun keineswegs geläugnet werden, dass der vergiftete Muskel sich in dieser Beziehung anders verhalte, es scheint nur, dass weder Haber noch Reichert das Verhalten normaler Muskeln recht vor Augen gestanden hat. Es ist richtig, dass der vergiftete Muskel, wie ich mich selbst oft überzeugt, bei dem Minimum der erforderlichen Reizung stets nur locale Zuckungen zeigt, und zwar auch bei Anlegung der Elektroden an die Theile des Sartorius, von welchen vor der Vergiftung ausgebreitete Zuckungen hervorgebracht werden konnten, und es ist ferner richtig, dass eine Ueberschreitung des Minimums der Reizung die Erscheinung nicht wesentlich beeinträchtigt. Allein es bleibt hier zu berücksichtigen, dass man bei vergifteten Muskeln viel dreister jenes Maass überschreiten kann, weil die letzteren weit weniger erregbar sind als die unvergifteten, und deshalb die Stromescurven von geringerer Dichte minder gefährlich sind. Bedient man sich aber stärkerer Reizungen, so bleiben ausgebreitete Contractionen auch hier nicht aus, und es ist immerhin ein glücklicher Zufall gewesen, wenn in den Haber'schen Versuchen das richtige Maass eingehalten wurde.

Der Unterschied zwischen unvergifteten und vergifteten Muskeln besteht nach dem Angeführten also darin, dass die letzteren auch von nervenhaltigen Theilen aus bei sorgfältiger Ueberwachung der Stromstärken in locale Zuckungen verfallen. Viele Vorschriften liessen sich geben, um die Erscheinung deutlich zur Anschauung zu bringen. Unter anderen lässt sich mittelst der mechanischen Reizung, durch Scheerenschnitte nämlich, zeigen, dass immer nur die Fasern, welche durchschnitten werden, zucken, ferner dass chemische Reize, die auf die Nerven wie auf die Muskeln wirken, z. B. Kali, nur locale Zuckungen in demselben Sinne erzeugen, und endlich, dass der in einer früheren Abhandlung[1]) beschriebene Versuch mit einem gespaltenen Sartorius des Frosches nach der Vergiftung durch

1) Myolog. Untersuch. S. 35.

Curare immer nur Zuckung der einen, dem direct gereizten Muskelzipfel entsprechenden Seite liefert. Um die Zuckungen fast nur eines einzigen Muskelprimitivbündels zu sehen, kann man sich der unipolaren Inductionszuckungen bedienen. Der Nerv des vergifteten Schenkels wird auf die Elektroden eines starken Inductionsapparats gelegt, während die Muskeln auf einer trockenen Glasplatte ruhen. Berührt man die letzteren irgendwo mit einer feinen Nadel, welche durch die Hand die leitende Verbindung mit dem Erdboden vermittelt, so sieht man eine äusserst schmale und flache feine Furche in der ganzen Länge des Muskels entstehen, welche gleich nach dem Entfernen der Nadel wieder verschwindet. Wie ganz anders die unipolaren Zuckungen bei einem normalen Froschschenkel ausfallen, ist bekannt.

Mit dem Zugeständniss, dass ein Unterschied zwischen den Muskeln vor und nach der Vergiftung erkennbar sei, soll, wie schon bemerkt, nicht eingeräumt werden, dass gerade dieses Verhalten den schlagenden Beweis lieferte für die Lähmung der Verknüpfungsenden des motorischen Nerven mit dem Muskel. Dieser Gedanke beruht auf einer falschen Voraussetzung, welche Reichert aus seiner rein anatomischen Untersuchung der Nervenverbreitung in den Muskeln gezogen hat. Reichert findet in den intramuscularen Nerven ein Streben jeder einzelnen Primitivfaser, mit recht vielen, womöglich mit allen Muskelprimitivbündeln in Berührung zu treten, und er schliesst daraus, dass somit auch jede Nervenprimitivfaser mit jeder Muskelröhre in physiologisch wirksame Beziehung trete. Diese letztere Ansicht hat offenbar in den Versuchen über das Curare ihre erste Anwendung finden sollen. Sie ist aber nur eine Ansicht, und wir können uns nicht versagen, sie bei Seite zu lassen, um die immer viel werthvollere Beobachtung allein zu verwenden. Nehmen wir die Sache objectiv, ohne uns von den Nervenprimitivfasern etwas über ihre Gelüste nach Umwindung der Muskelfasern mittheilen zu lassen, so finden wir durchschnittlich nicht in allen einfachen Muskeln das von Reichert so umständlich geschilderte Bild, und ziehen wir dazu noch das Experiment zu Rathe, so zeigt sich, dass trotz

dieser nahen Berührung jede Nervenprimitivfaser im erregten Zustande doch nur eine sehr kleine Anzahl von Muskelprimitivbündeln zum Zucken veranlasst. Der Umstand, dass schon Johannes Müller sehr gut wusste (Handbuch der Physiologie Bd. I. 4. Aufl. S. 584—585), wie einzelne Nervenfasern vom Stamme getrennt und isolirt von den übrigen gereizt nur locale fibrilläre Zuckungen hervorrufen, überhebt mich einer ausführlicheren Mittheilung meiner Versuche. Es ist sehr leicht, am Sartorius die fibrillären Zuckungen vom Nerven aus zu beobachten. Der Nerv kann leicht in mehrere Aeste hart vor dem Eintritt in den Muskel aus einander gezerrt werden, so dass man der Reihe nach durch mechanische, chemische, selbst schwache elektrische Reizung die verschiedensten Abschnitte des Muskels zucken sehen kann. Ausserdem könnten in einer früheren Abhandlung mitgetheilte Versuche[1]) über Nervenverbreitung in den Muskeln noch den Beweis liefern, dass auch die intramuscularen secundären Stämmchen nie den ganzen Muskel zur Contraction zu bringen vermögen.

Diese Versuche, auf welche nur hingewiesen zu werden braucht, widerlegen zur Genüge die Ansicht, dass die Berührung der Nervenprimitivfasern mit den Muskelprimitivbündeln, das Umwinden oder Anliegen dieser Theile von einander zugleich die Bedingung der physiologischen Verknüpfung erfülle. Es mag das für das Verhalten des Muskels oder des Nerven nicht gleichgültig sein, gewiss können wir aber schliessen, dass der erregte Nerv auf diesem Wege keine Veranlassung zur Zuckung des Muskels werden könne. Alles, was wir überhaupt wissen über die in den Nerven wirksamen Kräfte, führt darauf hin, dass ganz allgemein, bei Allem was Muskel heisst, der Nerv irgend wo continuirlich in die contractile Substanz übergehen müsse, wofür schon jetzt auch Analogieen mit den wirbellosen Thieren sprechen.

Der physiologische Versuch, verbunden mit dem von Reichert gefundenen anatomischen Verhalten liefert vielleicht den besten Beweis zu Gunsten dieser Anschauung. Wir wissen

1) Myol. Untersuch. S. 90.

freilich schon, dass künstliches Anlegen eines erregten Nerven an den Muskel den letzteren nicht zur Zuckung bestimmt, der Versuch wird aber ziemlich roh erscheinen, wenn man sich z. B. das Analogon für die Secretion der Drüsen denkt. Anlegen oder Umwickeln einer Drüse mit einer Arterie wird uns keine Secretion liefern. In dem Falle, wo wir einen zerfaserten Nerven reizen und nur fibrilläre Zuckungen erhalten, haben wir aber nach Reichert einen erregten Nerven, der ähnlich den Capillaren in engster Continuität mit allen Muskelprimitivbündeln steht. Wenn sie nun trotzdem nicht alle zucken, sondern nur 5 oder 10 unter 500, so müssen wir hierin offenbar den wichtigsten Fingerzeig erblicken für eine specifische Endigungsweise, für das Durchtreten der Nerven durch das Sarkolemm, oder für irgend einen Zusammenhang durch Continuität.

Offenbar soll nach der Reichert'schen Ansicht das Gegentheil stattfinden, und in diesem Falle würde das Verhalten der vergifteten Muskeln unfehlbar den Beweis liefern, dass jede Zuckung ihren Grund haben müsse in einer directen Erregung, ohne jegliche Nervenvermittlung. Der Versuch beweist hingegen nur, dass zwischen den intramuscularen Stämmchen, ihren einzelnen Nervenprimitivfasern, und selbst den secundären aus Theilungen hervorgegangenen Fasern, keine Communication mehr mit dem Muskel existirt. Es ist der bekannte Versuch, dass, nach der Vergiftung, Reizung des Nerven keine Zuckung mehr hervorruft, auf ein Muskelprimitivbündel und eine Nervenprimitivfaser übertragen, und hierin liegt zugleich der entschiedene Fortschritt, welcher damit erreicht worden.

Dieselbe Anerkennung kann einer anderen Arbeit über das Curare nicht gezollt werden, der Untersuchung von Funke,[1]) nämlich insonderheit nicht dem Theile derselben, welcher sich mit dem Verhalten der intramuscularen Nerven beschäftigt, obgleich sich der Autor gerade die Lösung dieser Frage vorgenommen hatte. Funke hat auf Kölliker's Anregung

1) Berichte der königl. Sächsischen Gesellsch. der Wissenschaften. 1859, 15. Januar.

das elektromotorische Verhalten der Nervenstämme mit Curare vergifteter Thiere untersucht, und glaubt beweisen zu können, dass das Gift auf die Nervenstämme gar nicht lähmend wirke. Geben wir ihm die Richtigkeit dieser Behauptung auch einstweilen zu, so ist doch gar nicht einzusehen, wie daraus irgend etwas für den Zustand der intramuscularen Nervenenden gefolgert werden kann. Es bleibt ganz unverständlich, wie Funke hat glauben können, der Frage überhaupt beikommen zu können, indem er sich bei seinen Versuchen von den im Muskel enthaltenen Nerven, auf die allein es ankam, absichtlich fern hielt, noch unbegreiflicher ist es aber, dass Funke bei dieser Methode der Forschung zu dem Schlusse kommt, die intramuscularen Nerven würden nicht gelähmt. Ist es gestattet aus seinen Versuchen überhaupt, wenn auch nur einen Wahrscheinlichkeitsschluss zu ziehen, so lautet derselbe entschieden für das Gegentheil: Verhält sich der Nerv bis zu seinem Eintritte in den Muskel normal, und ruft seine Reizung doch keine Zuckung hervor, nun so muss der Grund in einem verschiedenen Verhalten des intramuscularen Endes, in einer Lähmung dieses Theiles liegen. Die Vorurtheile, in denen Funke befangen war, verschlossen ihm, wie es scheint, diese einfache Logik, er sieht sich auch gedrängt, eine verschiedene Einwirkung des Giftes auf verschiedene Strecken der Nerven anzunehmen, und setzt einen für das Curare empfindlichen Zwischenapparat voraus, an dessen peripherischem Ende er aber ganz willkürlich ein Stück anfügt, das sich verhalten soll wie der Nervenstamm. Wenn diese Annahme irgend welche Wahrscheinlichkeit für sich hätte, so hat Funke selbst dafür gesorgt, ihr auch diesen Rest zu nehmen, indem er seinen vermutheten Zwischenapparat mit einer Ganglienzelle vergleicht. Kein Anatom hat bisher auch nur eine Andeutung wahrnehmen können, kein Physiolog wird sich hierdurch befriedigt fühlen, da ja Funke selbst sehr fest darauf besteht, dass alle Ganglien des Rückenmarks nicht unter der Vergiftung leiden. Genug, Funke hat eine grosse, mühsame Untersuchung angestellt, welche ihn seinem Ziele um keinen Schritt näher gebracht.

Ein Eingehen auf die im Vorstehenden besprochenen Arbeiten über die Wirkung des Pfeilgiftes schien mir nothwendig, da ich selbst zugeben muss, dass mir die vorgebrachten Zweifel kaum hinlängliches Gewicht zu besitzen schienen, bevor mir die jetzt mitzutheilenden Thatsachen bekannt waren.

In einer früheren Abhandlung[1]) habe ich ausführlich darzuthun versucht, wie die Erregbarkeit eines Muskels aufs engste zusammenhängt mit seiner Nervenverbreitung, und wie bei der directen elektrischen Muskelreizung die Mitwirkung der intramuscularen Nerven deutlich erkannt werden kann. So wurde gefunden, dass ein parallel faseriger geradliniger Muskel, wie der Sartorius des Frosches, ganz constant eine bestimmte Curve der Erregbarkeit besitzt, dass nämlich die schwächsten Reize nur an der Stelle seines Nerveneintritts wirken, während weiter davon entfernt gelegene Orte elektrischer Stromesschwankungen von grösserer Dichte bedürfen, um in den erregten Zustand überzugehen. Der Muskel besitzt also nie in allen Punkten gleiche Erregbarkeit. Die Thatsache konnte nicht anders erklärt werden, als durch das in den verschiedenen Abschnitten des Muskels relativ verschiedene Vorkommen der Nerven, indem eine plötzliche Lähmung derselben durch den Anelektrotonus unmittelbar den Beweis lieferte, dass der so von jeglichem Nerveneinfluss befreite Muskel in allen Punkten gleiche Erregbarkeit erlangt. Wir wissen demnach jetzt, wie sich ein Muskel verhalten muss, wenn bei der Reizung die Nerven mitbetheiligt sind, und welche Erscheinungen umgekehrt eintreten müssen, wenn die Nerven gänzlich ausgeschlossen sind. In diesem Umstande liegt ein Mittel zum Aufschluss über das Verhalten der intramuscularen Nerven nach der Vergiftung mit Curare.

Bekanntlich hat J. Rosenthal nachgewiesen, dass von zwei Muskeln desselben Thieres stets derjenige erregbarer ist, welcher vor der Berührung mit dem Curare bewahrt blieb, als der, welcher der Vergiftung unterlag, und es lag nahe, diese Abnahme der Erregbarkeit nach der Curarevergiftung durch

1) Myologische Untersuch. S. 81.

die Entfernung der intramuscularen Nerven zu deuten. Schon die ersten Versuche an einem vergifteten Sartorius überzeugten mich jedoch, dass trotz der gesunkenen Erregbarkeit immer noch ein ähnliches Verhältniss zwischen nervenreichen, nervenarmen und nervenlosen Abschnitten besteht, wie bei den normalen Muskeln, und ich glaubte mit Recht diese im Wesentlichen neue Thatsache zum Ausgange einer Untersuchung über die Wirkung des Pfeilgiftes machen zu dürfen. Der Leser möge entschuldigen, wenn auch hier erst mit der Darstellung neuer und eigener Versuche begonnen wird.

Die ersten Versuche wurden mit sehr verschiedenen Sorten des Pfeilgiftes begonnen. Ich verwendete das früher von Hrn. Kölliker benutzte Gift, dann eine Portion des von Hrn. Cl. Bernard mir überlassenen Curare und später, während meines kurzen Aufenthalts in Berlin wieder das Gift aus der Calebasse des Herrn E. du Bois-Reymond. Dem Letzteren sei bei dieser Gelegenheit wieder mein verbindlichster Dank gesagt für die wiederholte gütige Aufnahme in seinem Laboratorium. Nach Paris zurückgekehrt wurden alle früheren Versuche mit einer neuen Giftsorte wiederholt, und die ganzen ferneren Untersuchungen mit diesem fortgesetzt. Nur auf dieses Curare bezieht sich das in dem Folgenden Mitgetheilte, obgleich ich mich überzeugt habe, dass die übrigen Sorten in vielen wesentlichen Punkten ganz dieselbe Wirkung ausüben. Das letztverwendete Curare wurde mir von dem Reisenden Herrn E. Carrey gütigst überlassen, welcher es selbst von den an den Ufern des Orinoko lebenden Ticunas-Indianern an sich gebracht hatte. Leider ist über die Bereitung auch von diesem in grösserer Menge nach Europa gelangten Curare nichts zu erfahren gewesen, denn es scheint, dass die Eingebornen fortwährend ein Geheimniss daraus machen. Wie mir Herr Carrey mittheilt, versteht man unter Curare und seinen Synonymen in Amerika jedoch nur, was wir Gift nennen, so dass die verschiedensten Substanzen mit diesem Namen belegt werden. Auch soll das Wort selbst unter den Indianern kaum mehr gebräuchlich sein, da es dem spanischen Veneno hat Platz machen müssen. Man darf sich deshalb nicht wundern, wenn einzelne amerikanische

Pfeilgifte, die unter dem Namen Curare circuliren, sehr verschiedene Wirkungen zeigen. Das von Herrn Boussingault mitgetheilte Pfeilgift z. B., so wie zwei jüngst unter den Namen Vao und Corowal hierher gelangte Sorten verhalten sich ganz ähnlich wie das Upas antiar. Das von Herrn Carrey erhaltene Gift, welches sich in kleinen irdenen Töpfen als dicke eingetrocknete Kruste befindet, hat dagegen alle Eigenthümlichkeiten dessen, was wir Curare nennen, nur scheint es an Wirksamkeit alle übrigen benutzten Gifte zu übertreffen. Ich habe einen Versuch gemacht seine Wirksamkeit annähernd zu bestimmen, indem ich mir eine titrirte Lösung desselben bereitete. 0,00002 Grm. davon reichen hin, um einen Frosch vollkommen zu lähmen, man würde also mit einem Kilo 50 Millionen Frösche vergiften können. Erwägt man, dass das Gift eine grosse Menge in Wasser unlöslicher und darum unwirksamer Bestandtheile enthält, dass ferner der wässrige Auszug auch sehr viele unwesentliche Stoffe einschliesst, so kann man sich einen Begriff machen von der furchtbaren Gewalt des wirksamen Princips.

Alle in dem Folgenden aufgeführten Versuche wurden mit diesem Gifte angestellt, und zwar bediente ich mich, wo nichts Anderes ausdrücklich erwähnt ist, stets einer titrirten Lösung, welche in 0,1 Cub. Cent. 0,001 Gr. Curare, also eine Maximaldose enthielt. Diese wurde zum Theil unter die Brusthaut, zum Theil auch unter die Bauchdecken in die Bauchhöhle mittelst einer spitzen Glasröhre eingeführt.

Vergiftet man auf diese Weise einen Frosch, so sinkt derselbe schon nach wenigen Minuten zusammen und bleibt dann bewegungslos liegen. Tetanisiren des Rückenmarks oder der Nerven bringt dann keine Muskelbewegungen mehr hervor. In diesem Stadium wurde das Thier ausgeweidet, enthäutet, und nun der Sartorius präparirt, ohne irgend welche Verletzung, indem er nach unten und oben von seinen kurzen Sehnen begrenzt blieb. Wenn man den so vergifteten Muskel dann auf zwei feine, 2 Mm. von einander entfernte Drahtelektroden legt, in senkrechter Richtung zum Verlauf der Primitivbündel, so ist es leicht, mit jeder Art der elektrischen Reizung nachzu

weisen, dass die Erregbarkeit am höchsten ist in der dem Nerveneintritt entsprechenden Stelle, dass sie etwas geringer ist in einiger Entfernung davon, und dass sie endlich plötzlich sehr stark abnimmt in den nervenlosen Endabschnitten. Man kann dieses Verhalten mit jeder Art der elektrischen Reizung nachweisen, sowohl beim Tetanisiren mit abwechselnd gerichteten Inductionsschlägen, wie mit der Schliessungszuckung durch den Strom einer constanten Kette, bei welcher die Reizung durch das Rheochord gemessen wird. Ferner kann man den Muskel in drei Stücke durch senkrechte Scheerenschnitte zerschneiden, indem man Sorge trägt, dass das erste Stück den Hilus enthält, das zweite den gleichmässig von Nerven durchzogenen Abschnitt, und das dritte den nervenlosen Theil. Bei dieser Methode ist es besonders zu empfehlen, den Muskel statt auf die Drahtelektroden, auf einen drei- oder vierfach zusammengelegten und etwas breiteren Streifen von Fliesspapier zu legen, der vorher mit Zuckerwasser von 5pCt. durchfeuchtet worden. Sehr einfach kann man auf diese Weise den Versuch so einrichten, dass alle drei Stücke des Muskels von Strömen gleicher Dichte getroffen werden. Der Papierstreifen muss zu dem Ende gerade so durchfeuchtet sein, dass er, auf eine Glasplatte gelegt, diese in keiner grösseren Ausdehnung benetzt. Seine Enden werden auf zwei an die Glasplatte angekittete Kupferbleche gedrückt, welche mit dem Inductionsapparate oder den Polen der Kette in leitender Verbindung stehen. Liegen die Muskelstücke der Reihe nach hintereinander fest auf dem feuchten Papier auf, so werden sie mit diesem zugleich, das ebenfalls einen grossen Leitungswiderstand im Kreise bildet, wegen des überall gleichen Querschnitts von Strömen derselben Dichte durchflossen, und es ist also klar, dass wir in der Entfernung der secundären Rolle des Inductionsapparats von der primären, oder in der Länge des zur Nebenschliessung eingeschalteten Neusilberdrahts am Rheochord, ein Maass für die Erregbarkeit des Muskels besitzen. Auf diesem Wege können wir also bestimmt erkennen, dass der mit Curare vergiftete Muskel ähnlich dem normalen noch Punkte verschiedener Erregbarkeit besitzt. Ausserdem findet man aber, dass die Unterschiede

in den einzelnen Abschnitten bei weitem geringer sind, als dies im Allgemeinen bei den unvergifteten Sartorien der Fall ist, namentlich beim Vergleich der verschiedenen mit mehr oder weniger Nerven versehenen Abschnitte.

Da in dem genannten Verhalten der vergifteten Muskeln der ganze Schlüssel für die Betheiligung der intramuscularen Nerven liegt, so war es wünschenswerth, den Vergleich mit den normalen Muskeln anzustellen. Hierzu wurde folgender Weg eingeschlagen. Vor der Vergiftung wurde die linke Arteria iliaca communis nach Entfernung des Kreuzbeines mit einem feinen Seidenfaden unterbunden, und da hierdurch allein nicht alle Blutcirculation im linken Schenkel aufgehoben werden kann, ausserdem noch ein starker Fäden unter den Nerven, dem Plexus sacralis, und der Arterie durchzogen, den ich mittelst einer von hinten nach vorn quer durch den ganzen Frosch gestossenen Nadel zur Schlinge formte, welche dann vorn zugezogen wurde. Vielleicht ist dies die einzige Methode, durch welche es gelingt ein Bein, namentlich den Oberschenkel, ganz vor der Berührung mit dem vergifteten Blute zu bewahren. Nach vollzogener Unterbindung wurde das Thier vergiftet, und nachdem vollständige Lähmung eingetreten war, nun dieselbe Unterbindung auch auf der rechten Seite ausgeführt. Es ist nothwendig, das letztere nie zu unterlassen, da man sonst zwei Muskeln verwenden würde, welche nicht streng vergleichbar sind. Die Unterbindung der Blutgefässe ist von so grossem Einflusse auf die Muskeln, dass man sehr unrecht thun würde, den unvergifteten Schenkel für ganz normal im Gegensatze zum anderen zu halten, denn schon die oberflächliche Besichtigung lehrt, dass der erstere roth und mit Blutfarbstoff imbibirt ist, während der andere blass und normal erscheint. Diese Uebelstände verlieren ihre Bedeutung, wenn durch die Unterbindung der vergifteten Seite beide Muskeln in dieselben ungünstigen Bedingungen gesetzt werden. Soviel ich bis jetzt ermitteln konnte, bedingt die Unterbindung des Blutgefässes anfangs eine schwache Steigerung der Erregbarkeit, und später ein rascheres Schwinden derselben. Wie es scheint, ist dafür eine einmalige, wenn auch nur kurz dauernde Unterbindung der Arterie das

Wesentlichste, und damit verliert auch der Einwand etwas an Bedeutung, dass die Muskeln in unserem Falle doch nicht absolut vergleichbar seien, weil die Blutgefässe des unvergifteten Schenkels länger unterbunden gewesen seien, als die anderen. Die zum Eintritt der vollständigen Vergiftung nothwendige Zeit ist so kurz, dass dieser Umstand hier wohl vernachlässigt werden kann. Zudem geschah die Präparation des unvergifteten Sartorius, bei welcher das Bein unterhalb der Ligatur getrennt wurde, immer eher, als die Isolirung auf der anderen Seite, in welcher die Veränderung der Gefässe demnach etwa um so viel länger hinterher anhielt, als vorher in der unvergifteten.

Zwei auf die angegebene Weise vergleichbar gemachte Muskeln, von denen immer der rechte der vergiftete, der linke den gesunden für die Folge bezeichnen soll, dienten zunächst wieder zu ganz demselben Versuche, welche soeben beschrieben worden. Was wir vermutheten, traf ein: Der rechte war sowohl im ganzen minder erregbar als der linke, wie in seinen einzelnen nervenhaltigen Theilen, und namentlich war der Unterschied am grössten in den den Hilus enthaltenden Abschnitten, oder wenn die Drahtelektroden diese Stelle einschlossen. Die beiden nervenlosen Endabschnitte erwiesen sich hingegen ohne Ausnahme als absolut gleich erregbar. Der Versuch fällt am zierlichsten und übersichtlichsten aus, wenn man beide Muskeln so in drei Theile schneidet, dass das erste Stück den unteren, das dritte den oberen nervenlosen Abschnitt und das Mittelstück den ganzen nervenhaltigen Theil einschliesst. Ich lege beide Muskeln zu dem Ende dicht neben einander auf ein Stückchen feuchtes Fliesspapier und vollziehe die Theilung durch Scherenschnitte für beide zugleich. Da die Muskeln dem Papier ankleben, und ihre Stücke seitlich nicht aus der Lage kommen, so braucht man jetzt nur die drei Präparate mitsammt der Papierunterlage auf den in Zuckerwasser getränkten Streifen zu legen, und den Versuch auszuführen. Bei allmähliger Verstärkung der Reizung zuckt zuerst immer das Mittelstück des linken, dann das entsprechende des rechten Sartorius, später die beiden schmalen Spitzen der Muskelpyramide, genau gleich-

zeitig, und zuletzt ebenso die beiden breiten oberen Endstücke. Der Schluss, den wir hieraus ziehen, lautet: Durch die Vergiftung mit dem Curare sinkt die Erregbarkeit der Muskeln für elektrische Reizung nur in den nervenhaltigen Theilen, die nervenlose reine contractile Substanz bleibt absolut unverändert.

Es wäre unmöglich, über das Verhalten der intramuscularen Nerven nach der Vergiftung durch die hier eingeschlagene Methode Aufschluss zu bekommen, wenn die Muskelsubstanz selbst Veränderungen unterläge; wir müssen also ganz besonderes Gewicht darauf legen, dass sich die an und für sich nervenlosen Abschnitte des vergifteten Muskels gegen elektrische Reizung genau eben so verhalten, wie die eines gesunden Thieres. In der auch beim vergifteten Muskel deutlich ausgesprochenen höheren Erregbarkeit der nervenhaltigen Theile können wir darum jetzt unbedenklich eine Wahrscheinlichkeit sehen für das Verschontbleiben irgend eines Theiles der intramuscularen Nerven und zwar unzweifelhaft derjenigen Theile der Primitivfasern, welche mit der contractilen Substanz physiologisch verknüpft sind. Bis hierher finden wir jedoch nur eine Wahrscheinlichkeit. Das Folgende soll uns Gewissheit darüber verschaffen.

Wenn wir die Erregbarkeit einzelner Abschnitte des unvergifteten und des vergifteten Sartorius einmal vergleichen können, so fällt es auch nicht schwer, denselben Versuch so anzustellen, dass wir den gesunden durch eine andere Methode gleichzeitig seines Nerven berauben. Wie vollständig das letztere durch Anelektrotonisiren erreicht werden kann, ist in einer früheren Abhandlung gezeigt worden, und der Nachweis gegeben, dass ein so behandelter Muskel in allen seinen Theilen gleiche Erregbarkeit erlangt. Für den Vergleich mit dem vergifteten Muskel verfuhr ich daher jetzt wieder ganz, wie oben angegeben, präparirte jedoch bei der Isolirung des linken gesunden Sartorius seinen Nerven bis zum Abgange vom Ischiadicus mit. Zunächst wurden dann beide Muskeln dicht über ihrem Hilus auf die Drahtelektroden gelegt, und der Nerv des linken ausserdem hart vor seinem Eintritt in die Muskeln über die Zinkelektroden einer starken sechsgliedrigen constanten

Grove'schen Kette gebrückt, deren Strom ihn nach Willkür in aufsteigender Richtung durchfliessen konnte. Vorher überzeugte ich mich, dass die directe Reizung der Muskeln den linken als erregbarer erkennen liess, indem die Länge des im Neusilberrheochord eingeschalteten Drahtes bedeutend vermehrt werden musste, bis der rechte zu zucken begann. Bei der Stellung des Rheochordschiebers, während welcher der vergiftete Muskel auf Schliessung der Kette zu zucken begann, verfiel natürlich der linke Muskel in die heftigsten Zuckungen. Jetzt schloss ich plötzlich den Kreis der starken constanten Grove'schen Säule, deren Strom nun den Nerven des letzteren Muskels durchfloss. Schliessung der erregenden schwachen Kette erzeugte nun ausschliesslich Zuckung des vergifteten Muskels, während der andere, der vorher mächtig mitzuckte, sich ruhig verhielt, und erst nach Einschaltung grösserer Widerstände in dem Rheochord von neuem zu reagiren begann. Aus diesem Versuche geht hervor, dass der gesunde Muskel, dessen Nerven durch den Anelektrotonus gelähmt worden, in seiner nervenreichsten Gegend minder erregbar ist, als der vergiftete. Da nun der erstere das Verhalten eines vollständig von allem Nerveneinflusse befreiten Muskels darstellt, so schliessen wir, dass in dem vergifteten, dessen contractile Substanz sich gleich verhält, bei der Reizung noch etwas Anderes mitwirken müsse, und dieses können nur die letzten Enden der intramuscularen Nerven sein, die von der Wirkung des Curare verschont bleiben.

Führt man den eben geschilderten Versuch so aus, dass die Muskeln statt mit ihrem Mittelstück mit den nervenlosen Enden die Elektroden der erregenden Kette verbinden, so zucken sie beide zugleich, bei derselben Stellung des Rheochords, auch wenn der lähmende Strom den Nerven des linken Muskels durchkreist. Sowie aber der erregende Strom ein Gebiet trifft, in welchem Nerven vorhanden sind, zeigt sich der linke Muskel immer erregbarer als der rechte, und das Verhältniss kehrt sich sofort um, sobald der Nerv des gesunden Sartorius bis in seine Peripherie gelähmt wird. Der Versuch gelingt am besten, wenn man die Schliessung der Kette als directen Reiz ver-

wendet, und wenn der Strom im Muskel absteigend ist, im intramuscularen Nerven folglich aufsteigend ist. Es ist ferner zu beachten, dass der lähmende Strom seine ganze Wirksamkeit erst recht entfaltet, wenn er vorher mehrere Male geöffnet und geschlossen worden, und wenn er möglichst lange den Nerven durchflossen.

Weitere Einzelheiten über die Anstellung derartiger Versuche halte ich hier für unnöthig, da jeder Physiolog den Gebrauch von Stromwendern, Schliessungs- und Oeffnungsvorrichtungen, sowie die Benutzung des Rheochords hinlänglich kennt; ich habe mich überzeugt, dass derselbe Versuch auch sehr gut bei Verwendung der Schliessungsinductionsschläge ausgeführt werden kann, denen man ebenfalls dieselbe Richtung, d. h. im Muskel absteigend, im Nerven aufsteigend, giebt. Die Entfernung der inducirten Drahtrolle von der inducirenden giebt hier das Maass, wie bei der Kette das Rheochord.

Meine ferneren Bemühungen mussten darauf gerichtet sein, den Versuch nun auch so auszuführen, dass jede Art der Reizung, nicht nur die locale, sondern auch die des ganzen Muskels, stets den Unterschied der vergifteten und der ihrer Nerven beraubten gesunden Muskeln erkennen lassen konnte. Sehr einfach kann dies am Sartorius erreicht werden, indem man beide Muskeln auf den feuchten Papierstreifen bettet, den Nerven des linken über die Elektroden der starken constanten Kette legt, und nun die Muskeln durch einzelne Inductions-Schliessungsschläge reizt. Zuerst zuckt stets beim Minimum der Reizung der linke Muskel. Man nähert jetzt die inducirte Drahtrolle, bis auch der rechte zuckt. Sowie dann die starke constante Kette zum Kreise geschlossen wird, hört der erstere auf sich zu contrahiren, und beginnt erst wieder, wenn die Inductionsrollen um mehrere Centimeter weiter einander genähert werden. Selbstverständlich müssen die Muskeln auf dem Papierstreifen so gelagert werden, dass sie von Strömen gleicher Dichte durchflossen werden, z. B. indem sie parallel nebeneinander liegen oder hintereinander, natürlich so, dass die Ströme auch gleiche Richtung in beiden haben. Es lassen sich hier mannichfache Modificationen angeben, so z. B. kann

man von den Muskeln die beiden nervenlosen Endstücke abschneiden, wobei man dann findet, dass die breiten unteren Muskelquadrate gerade zu zucken beginnen, wenn auch der unvergiftete nach Lähmung seines Nerven die ersten Zeichen der Erregung giebt. Endlich kann der Versuch so ausgeführt werden, dass man die Sartorien mittelst zweier Serres fines mit breitem ungezahntem Maule aufhängt, so dass die obere Klemme hart unter seinem Hilus fasst. Die untere lässt man auf die obere kurze Sehne wirken. Anfangs erzeugt der Druck der Serres fines Zuckungen, die sich jedoch bald verlieren. Um die Muskeln in dieser Lage elektrisch zu reizen, werden diese Klemmen mit Kupferdrähten verbunden, von welchen zwei herabhängen, und in grösserer Länge in Quecksilber tauchen. Der Strom tritt durch einen der Quecksilbernäpfe ein, gelangt durch den ersten herabhängenden Draht in den ersten Muskel, von da durch die zweite im Stativ befestigte Klemme mittelst eines Kupferdrahtes in den zweiten Quecksilbernapf, durch welchen er mittelst des zweiten herabhängenden Drahtes in derselben Richtung in den anderen Muskel eintritt, um von der letzten Klemme durch einen anderen Draht zum Apparat zurückzukehren. In dieser Vorrichtung unterliegen beide Muskeln genau derselben Reizung, so dass alle angegebenen Versuche daran wiederholt werden können.

Nicht ohne Grund wurde bisher stets nur der Sartorius des Frosches verwendet. Die Nervenausbreitung ist hier bekannt und die intramusculare Nervenstrecke verhältnissmässig sehr kurz, so dass eine vollständige Lähmung derselben bis an ihre äusserste Peripherie durch den Anelektrotonus leicht gelingt. Der Nerv ist ausserdem an seiner Eintrittsstelle in den Muskel so dünn, dass schon eine viergliedrige Grove'sche Säule genügt, um Ströme von hinreichender Dichte für einen Nerven von so geringem Querschnitte zu liefern. Erst in der Folge habe ich mich überzeugt, dass der Vergleich vergifteter Muskeln mit unvergifteten, deren Nerven auf anderem Wege gelähmt worden, auch am Gastroknemius der Frösche ausführbar ist. Zu dem Ende wurde der ganze Oberschenkel der Thiere mit einem unter dem Nervus ischiadicus durchgezogenen Faden

unterbunden, die Vergiftung ausgeführt, und später auch der zweite Schenkel in derselben Weise unterbunden. Es ist zweckmässig, hierzu nicht allzu grosse Frösche zu verwenden, da die vollständige Lähmung der Nerven des Gastroknemius mittelst des Stromes leichter zu erreichen ist. Die Muskeln wurden dann von den enthäuteten Schenkeln isolirt, unten begrenzt von der dicken Achillessehne, oben von ihrem Ansatze im Knie. Um sie zu befestigen, wurden die in der vorhin genannten stromzuführenden Vorrichtung benutzten Serres fines durch Haken aus Kupferdraht ersetzt, von welchen die zwei unteren durch die Sehnen, die zwei oberen durch den abgeschabten Unterschenkelknochen gesteckt wurden. Die Kette, welche bestimmt ist, den Nerven des linken, unvergifteten Gastroknemius zu lähmen, muss 6—8 Grove'sche Elemente enthalten und mit ihren Elektroden bis hart an den Eintritt in den Muskel reichen. Auch hier kann durch aufsteigende, einzelne Inductionsschliessungsschläge, oder Schliessung einer schwachen constanten Kette leicht gezeigt werden, dass zuerst, wie längst durch Rosenthal bekannt, der linke erregbarer ist als der rechte. Sobald aber der Nerv des letzteren gelähmt worden, ist der vergiftete erregbarer als der unvergiftete. Die Differenz beträgt an dem gebräuchlichen Rheochord bei Benutzung eines Daniell'schen Elementes häufig 50 Ctm. des Neusilberdrahtes, welche mehr in die Nebenschliessung eingeschaltet werden müssen, bis der unvergiftete, aber mit gelähmten Nerven versorgte Gastroknemius zum Zucken kommt, sobald der Rheochordschieber vorher so stand, dass der vergiftete Muskel gerade zu zucken begann. Bei Verwendung der Inductionsschläge ist die nöthige Annäherung der Drahtrollen ebenfalls sehr beträchtlich. Schliesslich muss hier noch hinzugefügt werden, dass sämmtliche Versuche, bei denen es darauf ankommt, die Erregbarkeit des gesunden Muskels nach der Lähmung zu bestimmen, höchst unsicher ausfallen, wenn man sich zur directen Reizung des Tetanisirens bedient. Die Verminderung der Erregbarkeit im Versuche am Nerven selbst haben mir gezeigt, dass Anelektrotonus durch rasch auf einanderfolgende Schliessungen des Kettenstroms, wie durch wirk-

liches Tetanisiren mit dem Inductionsapparate weit weniger hervortritt. Es scheint, als wenn hier eine dichtgedrängte Reihe von wiederholten Anstössen endlich den elektrotonischen Zustand aufhebt oder verdrängt.

Aus den hier mitgetheilten Versuchen geht zweifellos hervor, dass nach der Vergiftung mit Curare, zur Zeit wo Reizung der Nerven keine Zuckung mehr hervorruft, und wo zwischen den intramuscularen, selbst secundären, aus Theilungen entstandenen Nervenprimitivfasern keine physiologische Verbindung mehr existirt, doch noch ein auf die contractile Substanz wirksamer Rest der Nervenausbreitung leistungsunfähig bleibt, wobei hinzugefügt werden muss, dass vom ersten Augenblick der Vergiftungserscheinung an sämmtliche Muskeln nur die von Haber hervorgehobenen localen Zuckungen darboten. An Stelle der früheren mehr oder weniger begründeten Zweifel können wir jetzt Gewissheit setzen: Der Curareversuch beweist entschieden nicht, was daraus gefolgert wurde, nämlich die selbständige Reizbarkeit der Muskelfaser.

Im Eingange dieser Untersuchung wurde gesagt, dass wir die Verfolgung des ganzen hierher gehörigen Vorganges als Aufgabe betrachtet hätten. Wir schliessen darum hier nicht ab, um ein neues Räthsel in die Welt zu setzen, sondern beginnen hier eigentlich erst, um nun zu erfahren, woher es dann komme, dass trotz des Verschontbleibens der äussersten Spitzen der intramuscularen Nerven dennoch keine Zuckung auf Reizung der Nervenstämme erfolgt. Es würde sehr voreilig sein, aus dem bis hierher Mitgetheilten ohne Weiteres behaupten zu wollen, das Curare sei überhaupt nicht im Stande, auf die äussersten Enden der motorischen Nerven lähmend zu wirken. Die Vergiftung hatte in allen Versuchen nur wenige Minuten angehalten, wir müssen also jetzt untersuchen, ob bei längerer Berührung mit dem Gifte nicht andere Veränderungen eintreten. Diese Frage konnte durch die bisher eingeschlagene Methode nicht entschieden werden, denn bei längerer Dauer der Vergiftung muss der unvergiftete Schenkel auch länger unterbunden bleiben, und ich überzeugte mich bald, dass bei dieser Behandlung schon nach einer Stunde die Möglichkeit fast ver-

loren geht, feinere Vergleiche der Erregbarkeit beider Muskeln anzustellen. Der Ausspruch, dass die Vergiftung im Anfange auf die letzten Enden der Nerven nicht wirke, stützt sich nur auf das Eintreten der Zuckung bei mehr oder minder erheblichen elektrischen Reizen, welche bei einem gewissen Maximum immer Zuckung erzeugen. Die Uebelstände, welche derartige Reize mit sich bringen, können vermieden werden durch ein anderes, in vieler Hinsicht weit sichereres Verfahren, nämlich durch die chemische Reizung.

Unter den chemischen Körpern, welche nur für die Nerven Erreger sind, dagegen keine Wirkung auf den Muskel ausüben, gab es bis heute nur einen, das concentrirte Glycerin. Wie ich früher gezeigt habe, erregt dieser Körper von den am äussersten Ende eines Frosch-Sartorius angelegten Querschnitte niemals Zuckungen, während er an nervenhaltige Querschnitte applicirt, heftige Contractionen, selbst Tetanus hervorruft. Wenn nun der Muskel nach der Curarevergiftung noch wirksame Nervenstrecken enthält, so musste er sich zu Glycerin wie im Normalzustande verhalten. Das Glycerin musste also das entscheidende chemische Mittel sein. Meine Erwartungen wurden jedoch in der auffallendsten Weise getäuscht. Als ich den ersten vergifteten Sartorius mit seinem äussersten nervenlosen Querschnitte das concentrirte Glycerin berühren liess, zuckte der Muskel sofort. Die reine contractile Substanz verhielt sich also anders nach der Vergiftung, als vorher. Ich habe die Versuche zu allen Jahreszeiten wiederholt, und in den meisten Fällen dasselbe Resultat eintreten sehen. Folgten die Zuckungen nicht gleich nach der ersten Berührung, so traten sie häufig doch nach einiger Zeit ein, kurz auch die nervenlose Muskelsubstanz wird von dem Curare in einer bestimmten Weise verändert,[1]) trotzdem sie sich gegen jede Art elektrischer Reizung genau so, wie die eines gesunden Muskels desselben Thieres verhält. Die Thatsache scheint zu ge-

1) Hiermit mag zugleich das von mehreren Seiten behauptete spätere Eintreten der Todtenstarre in den vergifteten Muskeln zusammenhängen. Ich selbst habe darüber nie zu constanten Resultaten kommen können.

nügen, um zu zeigen, dass wir durch die elektrische Reizmethode allein nur einen Theil der Dinge erkennen können, die in Muskeln und Nerven vorgehen; unsere Kenntniss wird so lange unvollkommen sein, und jegliches Verallgemeinern der Resultate gefährlich bleiben, bis wir nicht über eine weit grössere Anzahl von Thatsachen verfügen können.

Das Glycerin lässt uns also hier im Stiche, und vielleicht dürfte es in diesem Falle von Wichtigkeit sein, dass dieser Körper nur in ganz concentrirtem Zustande nicht auf normale Muskeln wirkt, im verdünnten dagegen zu den Muskelreizen zählt. Es ist hier nicht der Ort, auf diesen Gegenstand weiter einzugehen, nur die Bemerkung darf nicht verschwiegen werden, dass das concentrirte Glycerin unverkennbar, namentlich nach längerer Berührung, stärkere und länger andauernde Contractionen auslöst, wenn es auf einen nervenhaltigen Querschnitt, als wenn es auf einen nervenlosen des vergifteten Sartorius einwirkt.

Ausser dem Glycerin giebt es noch andere Körper, welche nicht auf den Muskel, wohl aber auf den Nerven wirken. Näheres über diese Reihe chemischer Reize behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor, da hier nur von Einem gehandelt werden soll, der sich bis jetzt als der Geeignetste erwiesen. Eine gesättigte Lösung von Rohrzucker in Wasser bewirkt vom Nerven aus sehr bald heftige Zuckungen, denen der ausgeprägteste Tetanus folgt. In Berührung mit einem nervenlosen Muskelquerschnitt erzeugt dieselbe Lösung gar keine Bewegungen, der Muskel vertrocknet über dem Flüssigkeitsspiegel allmählig, ohne die leiseste Spur vorausgehender Zuckungen. Ganz ebenso verhält sich der Muskel zu jeder anderen Zuckerlösung von jeder beliebigen Concentration. Der Zucker ist unter keinen Umständen ein Reiz für den Muskel, und nicht einmal das Einbetten nervenloser Muskelabschnitte in pulverisirtem Zucker erzeugt Zuckungen. Wird der letztere Versuch hingegen mit einem nervenhaltigen Theile des Sartorius ausgeführt, oder nur ein nervenhaltiger Querschnitt mit der concentrirten Lösung in Berührung gebracht, so treten bald Zuckungen, zuletzt Tetanus ein, welche bei geschickter Behandlung durch

Lähmung des Nerven mittelst des Anelektrotonus beseitigt werden können.

Ein mit Curare vergifteter Muskel verhält sich gegen concentrirte und verdünnte Zuckerlösungen in seinen nervenlosen Abschnitten ganz wie ein normaler. Es treten keine Zuckungen ein, und die Versuche unterliegen mithin nicht den nämlichen Einwänden, wie die mit dem Glycerin. Keine Frage also, dass wir hierin ein chemisches Mittel besitzen für das Verhalten der intramuscularen Nerven nach der Curarevergiftung. Was ich vermuthete, geschah, die vergifteten Muskeln zuckten, wenn ihre nervenhaltigen Querschnitte die Zuckerlösung einige Zeit berührten, freilich viel schwächer als die normalen, und häufig nur von ganz bestimmten Querschnitten aus. Fast ohne Ausnahme zuckten sie, wenn grössere Strecken der nervenhaltigen Abschnitte zugleich mit dem Syrup benetzt wurden, während ebenfalls, wie bei den gesunden, keine Bewegungen eintraten, wenn das nervenlose Ende in weiterer Ausdehnung eingetaucht wurde. Ein neuer Beweis also, dass noch eine Betheiligung der Nerven nach der Vergiftung vorhanden ist. Offenbar fallen die Zuckungen weniger stark aus, und beschränken sich mehr auf einzelne Muskelfasern, weil ein erregtes Nervenende immer nur genau die dazu gehörigen Muskelprimitivbündel beeinflussen kann, während in den gesunden Muskeln jede Erregung einer äussersten peripherischen Spitze auf mehrere Muskelfasern wirken kann, durch die centripetale Leitung und Uebertragung mittelst der getheilten Nervenprimitivfasern. Begreiflich ist es ferner, dass der Zucker nur Bewegungen von den allerletzten Nervenenden auslösen kann; erregte er auch eine Nervenfaser etwas weiter nach dem Centrum zu, so würde dies ohne Erfolg bleiben, da die Vergiftung eben die Communication von hier mit dem Muskel aufhebt.

Diese Thatsachen stehen in der vollkommensten Uebereinstimmung mit den durch die elektrische Reizung erlangten Resultaten. Wir gehen nun hier einen Schritt weiter, um zu sehen, ob nicht das Curare dennoch zuletzt auf die allerletzten Enden der Nerven wirke. Dies ist der Fall. Bei einer Vergiftung mit 0,001 Gr. Curare, einer Maximaldose, da schon

0,00002 Gr. hinreichend sind, tritt dies aber erst nach mehreren Stunden ein, durchschnittlich nach $2^1/_2$ Stunden, dann erst hören die Muskeln auf gegen die Zuckerlösung zu reagiren. Zur selben Zeit mögen jedoch noch Veränderungen mannichfacher Art vorgehen, denn zu dieser Zeit entspricht die Curve der Erregbarkeit des Sartorius sehr selten schon den Voraussetzungen. Ein geringes Uebergewicht der nervenhaltigen Abschnitte ist immer noch zu erkennen. Nach ganz colossalen Dosen des Giftes tritt dieser Zustand früher ein, ich muss jedoch gestehen, dass es mir nicht gelungen ist, in solchen Präparaten die Erregbarkeitscurven zu entziffern, da es unmöglich war, constante Resultate zu erhalten. Mit grosser Wahrscheinlichkeit glaube ich aber schliessen zu dürfen, dass die Curarevergiftung und das darauf nicht erfolgende Zucken der Muskeln nach Reizung der Nerven in einem solchen Stadium für die Irritabilitätslehre beweisend sei, d. h. dass lange Zeit nach der Vergiftung oder in kürzerer Zeit nach colossalen Dosen wirklich auch der letzte Rest der intramuscularen Nervenenden der Lähmung unterliegt. Diese Folgerung findet nach allem Angeführten keine Anwendung zur Erklärung des Ausbleibens der Zuckungen auf Reizung der Nerven unmittelbar nach eingetretener Vergiftung. Der Grund hierfür muss in etwas Anderem liegen, da das äusserste peripherische Ende der Nerven so lange leistungsfähig bleibt, und Reizung der Nervenstämme schon wenige Augenblicke nach der Einführung des Curare erfolglos ist. Da die intramuscularen Nerven hierüber keinen Aufschluss gaben, so wenden wir uns an den übrigen Theil der Bahnen, welche den Muskel mit dem Motorium verbinden.

2. Vom Einflusse des Curare auf die motorischen Nervenstämme.

Die Versuche von **Bernard** und **Kölliker** führten zu der Annahme, dass der Lähmungsvorgang in den Nerven von der Peripherie nach dem Centrum fortschreite, und es blieb nur noch die Frage übrig, ob das Curare auf die motorischen Nervenstämme eben so wirke, wenn es nicht von der Peripherie, nicht von den Blutgefässen des Muskels aus zum Nerven Zu-

tritt fand. Namentlich Kölliker behauptet, dass das Gift nach längerer Zeit auch die Nervenstämme antaste, selbst wenn es nur durch Imbibition oder durch die den Ischiadicus begleitenden Blutgefässe dahin gelangen könne. Er stützt sich dabei auf folgenden Versuch: Der Schenkel eines Frosches wurde mit Ausnahme des Nerven unterbunden, und der Unterschenkel unterhalb der Ligatur so abgeschnitten, dass er nur noch durch den Ischiadicus mit dem übrigen Frosche zusammenhing. Als nun das Thier vom Rücken aus mit Curare vergiftet worden, erzeugte nach eingetretener allgemeiner Lähmung Reizung des Nerven des präparirten Beines noch Zuckungen. Nach längerer Zeit jedoch blieben die Zuckungen aus, als der Nerv an solchen Stellen gereizt wurde, welche oberhalb der Ligatur lagen und somit von dem vergifteten Blute gespeist werden konnten, während die Zuckung augenblicklich eintrat, wenn der Abschnitt des Nervenstamms gereizt wurde, welcher unterhalb der Ligatur die Verbindung mit dem Unterschenkel herstellte. Kölliker fand ferner, dass von zwei möglichst indifferenten Salzlösungen, deren eine etwas Curare enthielt, stets die letztere den eingetauchten Nervenstamm eines Nervmuskelpräparats schneller vernichtete, als die andere nicht mit dem Gifte versetzte.

Beide Versuche sind von neueren Untersuchern nicht als beweisfähig anerkannt worden. Funke bemerkte, dass der Nerv eines unterbundenen Froschschenkels sich ähnlich verhielt, wenn der Frosch gar nicht vergiftet worden, weshalb er geneigt ist, das Absterben des Nerven bei dem gesunden Thiere aus einer schädlichen Wirkung der unter ihm liegenden Ligatur, oder der angestellten erschöpfenden Reizversuche zu erklären, während er meint, dass für das vergiftete Thier noch der allgemeine Tod hinzukomme, demzufolge der Nerv auch ohne die specifische Wirkung des Curare zu Grunde gehen müsse. Der erste Einwand Funke's verdient offenbar einige Berücksichtigung, denn es ist richtig, dass der Kölliker'sche Versuch ziemlich ebenso ausfällt, auch wenn der Frosch gar nicht vergiftet worden. Beim Abschnüren eines ganzen Schenkels mittelst des Fadens quetscht sich die Musculatur auf bei-

den Seiten wulstig hervor, und der dazwischen liegende Nerv muss nothwendig stark gezerrt werden, selbst wenn der Faden ihn gar nicht berührt. Jedoch kann man diesen Uebelstand vermeiden, dadurch, dass man den Schenkelnerven vorher sorgfältig präparirt, und dann erst die Ligatur anlegt, und im letzteren Falle wird man freilich finden, dass der Verlust seiner Leistungsfähigkeit sehr viel langsamer eintritt. Es ist leider unmöglich, diesen Versuch so anzustellen, dass man zwei Beine desselben Frosches mit einander vergleicht, von denen beide denselben operativen Einflüssen unterliegen, während nur der eine Nerv vergiftetes Blut erhielt. Der Vergleich muss darum an zwei verschiedenen Fröschen angestellt werden. Ich wählte dazu männliche Frösche von gleicher Grösse, welche zur selben Zeit eingefangen waren, unterband bei beiden rasch hintereinander die Oberschenkel so hoch als möglich, nachdem die Nerven vorher sehr sorgfältig soweit isolirt worden, dass ich einen Guttaperchastreifen bequem darunter hindurchziehen konnte, und dann amputirte ich den Unterschenkel. Nachdem einer der Frösche vergiftet worden, brachte ich sie beide auf einem Gestelle fixirt, das keine gefährliche Zerrung der Glieder gestattete, in einen feuchten Raum. In allen diesen Versuchen war das Absterben der Nervenstämme bei den vergifteten Fröschen unverkennbar, obgleich erst nach längerer Zeit, oft erst nach 8—10 Stunden (Temperatur 8° C.), während die Nerven der unvergifteten Thiere viel länger erregbar blieben. Anfangs fand ich auch immer, dass nur der in der Bauchhöhle liegende Theil gegen Reizungen unempfindlich war, während der zwischen dem Ober- und Unterschenkel befindliche, frei zu Tage liegende Nerv noch im Besitze seiner Erregbarkeit sich befand. Ich glaube, dass auch Funke dieses Verhalten nicht entgehen wird, wenn er statt der vorgebrachten Einwände sich entschliesst, weitere Versuche anzustellen. Ueberdies lässt sich das raschere Absterben der Nervenstämme bei vergifteten Thieren sehr gut beobachten, wenn man statt der Kölliker-schen Methode der Unterbindung die von Bernard anwendet, welcher den ganzen Frosch im Becken unterbindet, nachdem er den Faden unter den in der Bauchhöhle liegenden Nerven-

plexus durchgezogen. In diesem Falle richtet die Ligatur keinen so grossen Schaden an und es ist darum leicht, von zwei so behandelten, möglichst gleichen Fröschen, an dem Verhalten der Nervenstämme bald den vergifteten zu erkennen. Bei dem unvergifteten hält die Leistungsfähigkeit der Nerven unvergleichlich viel länger an, obgleich die Thiere schliesslich auch an der Operation zu Grunde gehen. Der Einwand Funke's, dass bei der Vergiftung der allgemeine Tod hinzukomme, ist mir nicht recht klar geworden. Was heisst das? Wir wollen ja eben sehen, wie die einzelnen Organe vom Normalzustande abweichen, wenn wir sie mit Curare vergiften. Der allgemeine Tod ist erst die Folge davon. Am wenigsten dürfte dieser Einwand aber beim Curare passen, das die kaltblütigen Thiere bekanntlich gar nicht tödtet, sobald es nicht in ganz colossalen Dosen gereicht wird. Und auch dann nur erliegen die Thiere gänzlich, wenn sie lange Zeit hindurch der Vertrocknung und ähnlichen Schädlichkeiten ausgesetzt werden. Einem Frosche kann man jede beliebige Dosis Curare geben, ohne dass das Herz aufhört zu schlagen. Die Circulation bleibt noch länger als 24 Stunden in den Capillaren erkennbar. Giebt man z. B. nur 0,001 Gr. so wie es in allen hier aufgeführten Versuchen geschah, so lebt der Frosch noch nach acht Tagen, obwohl er keine Spur von Bewegungen ausführen kann. Er erstarrt nicht, er verfault nicht, und die Blutcirculation in den Schwimmhäuten ist im besten Gange. Der allgemeine Tod, den Funke voraussetzt, und als erklärendes Moment benutzt, existirt also gar nicht.

Wenn wir nun auch immerhin zugeben wollen, dass die Lähmung der Nervenstämme durch das Curare ohne Mitbetheiligung ihrer Peripherie unsicher zu bestimmen sei, so fehlt doch der Funke'schen Argumentation gegen die Bernard-Kölliker'sche Ansicht von der Wirkung des Giftes bis hierher die richtige Basis. Das ist doch jedenfalls eine zweite Frage, die mit der ersten nichts zu thun hat. Das Gift kann recht wohl, wenn es durch die Capillaren der Muskeln an die Nervenperipherie gelangt, von hier aus den ganzen Nerven aufsteigend vernichten, ohne dass es darum ebenso zu wirken

braucht, wenn es mit dem Nervenstamme allein in Beziehung tritt. Wie es scheint, ist die Wirkung in dem letzteren Falle sehr gering und geschieht sehr langsam, denn auch bei directer Application auf den ausgeschnittenen Nervenstamm wird sie erst nach langer Zeit erkennbar. Wir können darum nicht annehmen, dass sich die so rasch eintretende Erfolglosigkeit der Nervenreizung nach der Vergiftung auf diesem Wege erklären lasse.

Auf diesem Felde glaubt nun Funke den entscheidenden Schlag geführt zu haben. Er untersuchte nach allen Regeln der Kunst bei einem auf gewöhnliche Weise mit Curare vergifteten Frosche die Nervenstämme auf ihr elektromotorisches Verhalten, und fand dasselbe ganz so wie bei normalen Nerven, d. h. den sog. ruhenden Nervenstrom in derselben Richtung, die beiden Phasen des Elektrotonus, und endlich bei Reizungen die negative Schwankung des Nervenstroms. Die letztere Variation des Stromes soll durchschnittlich stärker ausgefallen sein, als bei normalen Nerven. Hieraus zieht Funke den Schluss, dass die Stämme der Nerven unter der Curarevergiftung nicht leiden, sondern ihre Erregbarkeit, wie im Normalzustande, beibehalten. Wir finden keine weitere Begründung dieses letzteren über das Ziel hinausgegangenen Schlusses; Funke drückt nur im Voraus sein Entsetzen darüber aus, wenn die von ihm am Multiplicator gemachten Beobachtungen nicht Das beweisen sollten, was er will. Er meint, das ganze römische Reich der Elektrophysiologie falle zusammen, wenn er diese Consequenz aus seinen Versuchen nicht ziehen dürfe.

Wir bedauern sehr, diese kritiklose Naivetät nicht theilen zu können, da sich durch andere Versuche zeigen lässt, dass die Nervenstämme, trotz ihres normalen elektromotorischen Verhaltens nach der Curarevergiftung dennoch ihre Erregbarkeit vollkommen einbüssen. Es geht daraus für Funke hervor, dass die Vergrösserung der negativen Schwankung vielleicht nicht so bedeutungslos ist, wenn auch in einem ganz anderen Sinne, als Funke will. Statt der von ihm eingeschlagenen Methode haben wir uns des Muskels selbst bedient, um Aufschluss über die Beschaffenheit des Nerven zu bekommen.

Wenn man die Thiere mit einer sehr schwachen Dosis Curare vergiftet, so tritt die Lähmung sehr allmählig im Verlaufe mehrerer Stunden ein. Zuerst sind die willkürlichen Bewegungen äusserst schwach und hören schliesslich ganz auf. In dieser Zeit haben jedoch alle Nerven noch eine Wirkung auf die Muskeln, was man leicht an dem Eintritt schwacher Reflexbewegungen auf Reizung der sensiblen Nerven erkennt. Aber auch diese Aeusserungen der Nervenerregung werden immer schwächer, so dass sie zuletzt nur noch in einem leichten Zittern einzelner Muskeln bestehen. Untersucht man in allen diesen Stadien die Erregbarkeit eines herauspräparirten Nerven, der noch mit dem allmählig durch das Blut sich weiter vergiftenden Muskel zusammenhängt, so findet man, dass er auf allen seinen Strecken, nahe an der Peripherie sowohl, wie dicht an der Schnittfläche, gleiche Wirkung auf den Muskel ausübt. Von der normalen Erregbarkeitscurve sehen wir hier ab. Indem die Vergiftung fortschreitet, wird die Zuckung, welche auf Reizung des Nerven eintritt, schwächer, zuletzt nur fibrillär, und es ist dafür ganz gleichgültig, von welcher Stelle der Nerv dem Reize unterliegt. Schliesslich hört aber auch dies auf und die Reizung wirkt dann nur noch, wenn sie den Muskel direct erreicht, jede Stelle des Nerven verhält sich im erregten Zustande gleichgültig gegen das contractile Endorgan.

Aus diesen allerdings negativen Erfolgen schliessen wir, dass der Lähmungsvorgang entweder bei den im Muskel liegenden Nervenenden, oder auf allen, auch extramuscularen, Punkten zugleich beginnen müsse. Die erstere Annahme hat ohne Zweifel bei Berücksichtigung der älteren Versuche die grösste Wahrscheinlichkeit für sich, in jenen früheren Untersuchungen von Bernard und Kölliker liegt aber nicht der Nachweis, dass der Lähmungsvorgang nach dem Centrum zu aufsteigend, auch die Nervenstämme erreiche. Zur Lösung dieser Frage lässt uns die Untersuchung gleich nach dem Anfange einer minimalen Vergiftung im Stich, und wir müssen darum ein anderes Verfahren einschlagen. Ein mit kleinen Dosen Curare vergiftetes Thier kann sich bekanntlich nach einiger Zeit wieder erholen. Ein Frosch kommt ohne mensch-

liche Beihülfe wieder zum Normalzustande zurück, und ein vergiftetes warmblütiges Thier kann durch künstliche Unterhaltung der Respiration ebenfalls wieder hergestellt werden. Aus diesen Umständen liess sich schliessen, dass auch die Lähmung der Nerven nur vorübergehend sei, und dass dieselbe unter erhaltener Blutcirculation bei kaltblütigen Thieren, deren Respiration durch die Haut für längere Zeit vor sich gehen kann, dann aufhören müsse, wenn entweder das Gift durch die Secretion aus dem Körper entfernt, oder wenn es innerhalb desselben eine Zersetzung erlitten. Man konnte nun voraussehen, dass das Verschwinden der Lähmung wohl in derselben Reihenfolge in den verschiedenen Punkten des Nerven vor sich gehen würde, wie es eingetreten war. Wir mussten also die Nerven solcher Thiere untersuchen, welche nach der Vergiftung allmählig zum Normalzustande zurückkehrten.

Für diese Versuche ist es nothwendig, die Thiere wirklich mit einer Minimaldose des Curare zu vergiften. Nach vielem vorläufigen Probiren bin ich schliesslich dazu gelangt, eine Dosis zu finden, welche mit einiger Sicherheit die Frösche nur für eine gewisse Zeit lähmt. Das hier benutzte Curare hat mir in dieser Hinsicht ziemlich constante Resultate gegeben. 0,00004 Gr. desselben unter die Haut eines Frosches von mittlerer Grösse gebracht, bewirken nach etwa einer Stunde vollständige Lähmung. Um diese Zeit bringt auch Tetanisiren des Rückenmarks gar keine Bewegungen mehr hervor. Durchschnittlich befindet sich das Thier dann nach 24 Stunden noch in demselben Zustande, jedoch pflegen nur die ersten schwachen Zuckungen wiederzukehren, wenn man statt des Rückenmarks die Nerven mit starken Inductionsschlägen reizt. In diesem Stadium sind sie geeignet zur Untersuchung.

Ich vergiftete nun jedesmal sechs Frösche zu gleicher Zeit mit 0,00004 Gr. Curare, und untersuchte ihre Nerven am folgenden Tage zur selben Stunde. In den Fällen, wo die Thiere schon die erste Spur wiederkehrender Reflexbewegungen darboten, war natürlich der Schenkelnerv in seiner ganzen Ausdehnung erregbar, so dass die Behandlung der verschiedensten Punkte mit mässigen Inductionsschlägen die kräftigsten Zuckun-

gen zur Folge hatten. Ganz anders verhielten sich hingegen die Nerven derjenigen, welche äusserlich noch das Aussehen vollkommener Lähmung darboten. Hier fand ich in den Nerven ein äusserst verschiedenes Verhalten, je nach der Anlegung der Elektroden an centrale und peripherische Punkte.

Die bemerkenswertheste Erscheinung ist zunächst die, dass man Frösche findet, deren Muskeln keinerlei Reizung des Nervenstammes mit Zuckung beantworten, während bei localer Reizung ihrer nervenhaltigen Stellen, selbst mit dem Minimum der Stromdichte ausgebreitete Contractionen eintraten. Für diesen Zustand der Vergiftung gelten also die von Haber verwertheten localen Zuckungen nicht. Offenbar geht hieraus vielmehr hervor, dass bei der Entgiftung die in den Muskel liegenden Nervenstämmchen zuerst ihre Erregbarkeit wieder gewinnen. Sind aber diese erregbar und bewirkt trotzdem Reizung der Nervenstämme keine Zuckung, so muss der Grund in diesen letzteren liegen. Die Stämme müssen gelähmt sein. Zum weiteren Beweise, dass dies wirklich der Fall sei, braucht man nur die Nerven etwas später zu untersuchen. Man findet dann, dass ein mächtiger Inductionsschlag auf die dem Muskel nahe gelegenen Theile des Ischiadicus applicirt, eine Zuckung hervorruft, während dasselbe Verfahren vorher auf den Plexustheil des Nerven ausgeführt, ganz ohne Erfolg war. Endlich ist es gar nicht schwer, unter vielen Präparaten eine grössere Anzahl zu finden, von deren Nerven keinerlei Bewegungen erzeugt werden können, wenn man den Plexus ischiadicus mit den heftigsten Schlägen des Inductionsapparats tetanisirt, während schon sehr geringe Reizungen von einer tiefer gelegenen Strecke heftige Zuckungen hervorrufen. Die Muskeln verhalten sich hier natürlich ganz wie normale, d. h. sie zeigen ausgebreitete Contractionen bei localer Reizung ihrer nervenhaltigen Stellen. Der Theil der Nerven, welcher ausserhalb des Muskels liegt, lässt dann ferner das ganze Rückschreiten der Lähmung auf das Deutlichste erkennen. Die ganze Strecke des Ischiadicus, von der Kniebeuge bis zum Austritt aus der Beckenhöhle z. B. kann sich vollständig wie ein normaler Nerv verhalten. Schliessungen und Oeffnungen eines (durch das

Rheochord abgeschwächten Kettenstromes sind jedesmal von Zuckungen des Gastroknemius begleitet, und es ist nicht uninteressant, dass dieser Theil des Nerven dann bereits die normale Curve der Erregbarkeit besitzt, d. h. dass schwächere Reizungen an peripherische Theile nicht mehr wirken, welche weiter oben Zuckung auslösen. Hart über die Stelle der höchsten Erregbarkeit pflegt in solchem Stadium dieselbe wieder zu sinken, und man gelangt zuletzt an einen Punkt, von welchem aus ein heftiger Inductionsschlag nur eine einzige schwache Zuckung erzeugt, wenn man mit der Elektrode allmählig gegen das Rückenmark aufsteigt. Tetanisiren ist hier ohne Wirkung, denn der Nerv ist erst nach längerer Zeit wieder im Stande, durch einen folgenden momentanen Reiz in den erregten Zustand überzugehen. Man kann also von solchen Stellen aus wohl einzelne Zuckungen, aber keinen Tetanus hervorrufen. Führt man die Elektrode jetzt noch weiter gegen das Rückenmark hinauf, so tritt gar keine Zuckung mehr ein, selbst wenn man sich der stärksten Inductionsschläge oder anderer mächtiger Reize bedient, die man vernünftiger Weise anwenden kann.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der Stamm des Nerven, selbst nach der Vergiftung mit minimalen Dosen, in seiner ganzen Ausdehnung gelähmt wird, und dass dieser Zustand bei der Rückkehr zum Normalzustande allmählig von der Peripherie nach dem Centrum wieder verschwindet. Die Thatsache, dass der Nerv, bevor er seine volle Erregbarkeit wieder gewinnt, erst einen Zustand durchmacht, in welchem er nur in grossen zeitlichen Zwischenräumen zur Leistung befähigt ist, scheint besonders bemerkenswerth. Hier muss er soeben die erste Spur seiner normalen Eigenschaften wieder erlangt haben, da sie schon durch die erste Reizung wieder vernichtet wird. Ein innerer Stoffwechsel ohne Betheiligung der gewöhnlichen äusseren Ernährungsflüssigkeiten muss ihm von neuem diese Spur von Leistungsfähigkeit wieder ertheilen. Zu ähnlichen Betrachtungen wird man sich auch geneigt fühlen, wenn man an die Wiederkehr der Erregbarkeit eines isolirten Nerven denkt, der durch starke erschöpfende Reize eine Zeit lang aufgehört hatte in Erregung zu gerathen.

So sicher die oben geschilderten Beobachtungen wiederholt werden können, wenn man es sich nicht verdriessen lassen will, eine hinlängliche Anzahl von Fröschen zu opfern, und wenn man sich bemüht, eine Dosis des Giftes ausfindig zu machen, mittelst welcher man die Zeit des Eintretens der Erscheinungen annähernd vorhersehen kann, so wünschenswerth schien es mir auch, dem Vorgange der Entgiftung an einem einzigen Thiere bei unterhaltener Blutcirculation nachzugehen.

Ein Theil dieser Erscheinungen könnte auch den Einwand erleiden, dass die Isolirung der Nerven oder die Anlegung eines Querschnitts dem Ritter-Valli'schen Gesetze zufolge jene verschiedenen Erregbarkeitszustände auf seinen verschiedenen Strecken erzeugt habe, obwohl damit dennoch schon zugegeben sein würde, dass der Nervenstamm eines vergifteten Thieres sich anders verhalte, als der eines gesunden, da ja das centrifugale Absterben hier mit erstaunlicher Geschwindigkeit vor sich gegangen sein müsste. Funke würde vielleicht gerade hier sich an den allgemeinen Tod zur Erklärung anklammern, obgleich das Thier gerade im Begriffe steht, für das blödeste Auge sein volles Leben wieder zu entfalten. Um mich hier nicht durch derartige, gewissen Naturen eigene Anschauungen mit durchwinden zu müssen, habe ich noch eine Anzahl von Versuchen angestellt, in denen ich die Nerven solcher Thiere untersuchte, welche ähnlichen allgemeinen Nachtheilen unterlagen, wie die durch das Curare in's Werk gesetzten. Ich habe Fröschen stets gleichzeitig mit den vergifteten die Luftröhre unterbunden, um die Lungenathmung auf mechanischem Wege, statt durch die Vergiftung, zu beschränken. Alle diese Thiere befanden sich jedoch vortrefflich zur selben Zeit, wo die vergifteten die erwähnten Erscheinungen darboten. Freilich habe ich die Vergleichsfrösche in noch weit ungünstigere Bedingungen gesetzt, indem ich ihnen jegliches Mittel zur Athmung, selbst das der Haut, entzog, dadurch, dass ich sie in Quecksilber oder in ausgekochtes Wasser die ganze Zeit untertauchte, während welcher die übrigen unter den besten äusseren Verhältnissen dem Gifte unterlagen. Man findet dann den Nerven noch in einem so erregbaren Zustande auf allen Punk-

ten ihrer Bahn, dass man ganz davon abkommt, dem Curare in kleinen Dosen noch eine andere Wirkung als die specifische Lähmung der motorischen Nerven zuzutrauen.

Um nun aber auch allen in dieser Richtung denkbaren Einwänden zu begegnen (denn gewisse Köpfe sind gerade hier erfindungsreich), habe ich auch die Nerven solcher Frösche untersucht, deren Blutcirculation in den Muskeln erhalten blieb.

Die Minimalvergiftung wurde wie vorhin ausgeführt, am folgenden Tage etwas zeitig der Nerv des möglichst grossen Frosches am Oberschenkel aufgesucht und ohne Verletzung und Druck der Gefässe, nach der Isolirung von seinem Bindegewebe, auf einen feinen Guttaperchastreifen gelagert. Ebenso wurde mit dem in der Bauchhöhle liegenden Theile verfahren, nachdem die sämmtlichen Beckenknochen nebst den äusseren hinteren Bedeckungen entfernt waren. Der Nerv der anderen Seite wurde in gleicher Weise blosgelegt, am Austritte aus den Wirbelcanal aber abgeschnitten. Man wähle zu diesem Versuche einen sehr grossen Frosch und überzeuge sich durch Besichtigung der Schwimmhaut mit dem Mikroskop, dass der Blutlauf ungestört fortgeht.

Sind alle diese Bedingungen auf das Günstigste erfüllt, so hat man das interessante Schauspiel, alle oben genannten Erscheinungen der Wiederkehr der Erregbarkeit an demselben Nerven im Verlaufe von 1 bis 2 Stunden eintreten zu sehen. Zuerst zucken die Muskeln nur local, dann in immer grösserer Ausdehnung bei localer Reizung, während der Nerv gegen jeglichen Reiz stumpf bleibt. Bald erzeugt aber ein starker Inductionsschlag, hart über der Kniebeuge angebracht, eine schwache Zuckung, bis nach kurzem das Tetanisiren möglich wird. Zur selben Zeit bleibt alles in Ruhe, wenn der Plexus sacralis gereizt wird. Später fängt aber auch dieser Theil an erregbar zu werden, eben so wie früher der untere, kurz alles, was wir vorher von den verschiedensten Präparaten zusammensahen, sehen wir hier an einem und demselben, nur in verschiedener Zeitfolge. Der Nerv, welcher vorher durchschnitten, giebt dieselben Resultate, nur tritt Alles etwas später ein, denn in diesem Zustande scheint sich wirklich das centripetale Ab-

sterben nach dem Ritter-Valli'schen Gesetze rasch mit einzumischen.

Die mitgetheilten Beobachtungen sind mit gutem Grunde angestellt worden, da sich hiernach die wahre Wirkung des Pfeilgiftes enträthseln muss. Sie enthalten den Nachweis, dass diejenigen Nerven, welche sich nach Funke im Besitze ihrer normalen elektromotorischen Eigenschaften befinden, vollkommen unfähig sein können in den erregten Zustand überzugehen, ungeeignet, um den Muskel aus dem Zustande der Ruhe in den der Contraction überzuführen. Damit schliessen wir uns keineswegs einer widerwärtigen Polemik gegen die grossen Leistungen auf dem Gebiete der thierischen Elektricität an, sondern wir finden darin vielmehr eine neue Anregung der Verkettung des elektromotorischen Verhaltens mit dem reichen Mechanismus auf die Spur zu kommen, welchen die Nerven und Muskeln in sich bergen. Es ist nicht die Schuld des Entdeckers der thierisch-elektrischen Vorgänge, wenn Andere glauben, in ihnen liege Alles, was wir über die Zustände der Nerven und Muskeln erfahren können. Würde Funke behaupten, ein Muskel, der alkalisch reagirt, sei immer im Stande, sich noch zu verkürzen? Oder wird er, da der umgekehrte Fall immer vorkommen kann, gleich die Consequenz ziehen, die Behauptung, der lebende Muskel sei alkalisch, der leistungsunfähige sauer, sei falsch? Ganz in demselben Falle befindet sich Funke, wenn er nur die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven für ein absolutes Kriterium ihrer Erregbarkeit nimmt. Welche unzählige Vorgänge im Nerven können gedacht werden, die von keiner Aenderung der bis jetzt erkannten elektromotorischen Eigenschaften begleitet sind, und welche ihn dennoch das Vermögen rauben, Reizungen an den Muskel zu befördern. Das Curare befindet sich in diesem Falle, zum Schaden derer, welche nicht im Stande sind, mehrere Dinge zugleich zu überschauen.

Zum Schlusse fassen wir jetzt die vorliegenden Ergebnisse zusammen, um uns eine Vorstellung von der Wirkung des Curare zu verschaffen. Das Gift wird durch die Blutgefässe resorbirt, und lähmt zunächst einen dem äussersten Ende der

intramuscularen Nerven sehr nahe liegenden Theil derselben. Die motorischen Nerven werden hierauf in ihrer ganzen Ausdehnung von der Peripherie nach dem Centrum fortschreitend gelähmt. Kommt ein Thier aus der Lähmung zum Normalzustande zurück, so geschieht dies in derselben Weise und Reihefolge der einzelnen Nervenabschnitte, wie vorher die Lähmung eingetreten war. Längere Zeit nach der Vergiftung nimmt schliesslich auch das äusserste Ende der intramuscularen Nerven an der Lähmung Theil, eben so wie auch die Nervenstämme ohne Mitwirkung der Blutcirculation in den Muskeln, von den sie begleitenden Blutgefässen oder ihrer vergifteten Umgebung aus allmählig ihrer Leistungsfähigkeit beraubt werden können.

Auf den ersten Blick scheint es sehr auffallend, dass die Nerven von unten nach oben fortschreitend der Lähmung unterliegen, noch auffallender aber, dass sie an der alleräussersten Peripherie im Anfange verschont bleiben sollen. Die Thatsachen sind jedoch einmal so, und wir vermögen nichts daran zu ändern. Das Letztere enthält einen neuen Hinweis dafür, die äusserste Peripherie der motorischen Nerven bei allen Thieren jenseits des Sarkolemms zu suchen, im Inneren der Muskelprimitivbündel. Dann aber würde sich leicht erklären, wie das Curare, dessen Resorption durch andere als Blutgefässmembranen als äusserst schwierig erwiesen worden, erst nach längerer Zeit, oder nur bei Vergiftung mit sehr grossen Dosen, an diesen Theil der Nerven zu gelangen vermag, der von einer schützenden Decke contractiler Substanz und des dichten Sarkolemms umgeben ist. Die Thatsache, dass die Lähmung der Nerven mit Leichtigkeit nur eintritt, wenn ihm der Zutritt in die Blutgefässe der Muskeln gestattet wird, dürfte ihren Grund darin haben, dass die motorischen Nerven eben nur hier in besonders naher Beziehung zur Blutcirculation treten, da die Stämme an allen übrigen Orten nur sehr spärlich mit Capillaren versehen sind. Der Blutwechsel im Muskel ist ohne Frage eins der wichtigsten Mittel für die Ernährung der motorischen Nerven in ihrer ganzen Ausdehnung.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung drängten dazu, die Ernährung der Nerven mit in den Kreis unserer Versuche zu ziehen. Ich erinnere zunächst an das Experiment von Brown-Séquard. Unterbindet man die Blutgefässe eines Gliedes bei einem warmblütigen Thiere, und isolirt man eine grössere Strecke des Nerven, den man am centralen Ende durchschneiden kann, so bringt Reizung des Nerven alsbald keine Bewegungen des Gliedes mehr hervor, obgleich die Muskeln direct immer noch reizbar sind. Lässt man jetzt von Neuem Blut in das Glied treten, so wirkt der Nerv schon nach wenigen Minuten wieder. Da der Nerv bei diesem Versuche nur mit seinem intramuscularen Ende in verschiedene Bedingungen geräth, so glaubte ich früher mit Brown-Séquard nur in diesem Theile die Erklärung suchen zu müssen, in der Annahme, dass die Erregbarkeit des Nervenstammes die Unterbindung überdaure. Dem ist jedoch nicht so, denn dieser Versuch hat genau denselben Erfolg, wie die Curarevergiftung, indem der Nervenstamm durch Behinderung der Blutzufuhr ebenfalls von der intramuscularen Ausbreitung aufsteigend die Erregbarkeit in ihrer ganzen Ausdehnung verliert.

Der Beweis liegt in Folgendem: Ich klemmte bei Kaninchen die Arteria und Vena cruralis mit einer Serre fine zu, umschlang die Muskeln des Oberschenkels mit zwei starken Schlingen von Bindfaden, welche unter dem Nerven und den grossen Gefässen hinliefen. Der Nerv wurde so hoch als möglich durchschnitten, um Reflexbewegungen zu vermeiden, und bis an die Kniekehle freipräparirt. Nach einer Stunde etwa trat plötzlich keine Zuckung im Unterschenkel mehr ein, wenn ich den Nerven irgendwo mit den stärksten Inductionsschlägen reizte. Als ich nun die Klemme von den Blutgefässen abnahm, zuckte der Schenkel wenige Minuten darauf wieder, wenn ich den Nerven dicht an der Kniekehle reizte, zuerst nur schwach und nur in grösseren Zwischenräumen. Zur selben Zeit konnte gar keine Bewegung von einer höheren Nervenstrecke erreicht werden. Etwas später trat aber auch hier die Erregbarkeit wieder ein, und dann konnte auch hier dasselbe Stadium grosser Erschöpfbarkeit erkannt werden,

während tiefere Strecken sich schon wieder ganz normal verhielten. Kurz der Versuch hat ganz genau denselben Erfolg, wie die Vergiftung mit dem Curare, denn auch hier verliert der Nerv von unten nach oben fortschreitend seine Erregbarkeit, um sie später in derselben Richtung wieder zu gewinnen. Es scheint sogar, als wenn das bei warmblütigen Thieren so rasch eintretende Absterben vom Centrum nach der Peripherie durch alleinige Erhaltung des Blutkreislaufes in den Muskeln verhindert werden kann, ja dass der schon am Centrum abgestorbene Nerv durch einen von unten nach oben gehenden Vorgang seine Leistungsfähigkeit wieder gewinnen könne. Mit diesen Thatsachen steht die Wirkung des Curare im vollsten Einklange, und die vorliegende Untersuchung wird uns befriedigen, wenn sie den besten Wunsch erfüllt, den wir hegen konnten, nämlich Klarheit statt neuer Räthsel in die Wissenschaft einzuführen.

Die Wirkung des Pfeilgiftes auf die sensiblen Nerven scheint eine ganz andere, als die auf die motorischen zu sein. Man könnte glauben, dass hierin der Beweis für eine fundamentale Verschiedenheit beider Arten von Nerven liege. Dem ist jedoch nicht so, denn für die Wirkung des Giftes muss vor allen Dingen das Endorgan der Nerven berücksichtigt werden, und namentlich wie der Nerv durch dieses zur Ernährung in Beziehung tritt. Es ist unzweifelhaft, dass hierin die sensiblen Nerven ganz anders versorgt sind, und es würde darum voreilig sein, auf Grund der Curareversuche Unterschiede in ihnen und den motorischen Stämmen zu sehen. Ueber diese Frage müssen erst neue Versuche entscheiden, was bis heute existirt, spricht für das Gegentheil. Wenn wir hier nur die motorischen Nerven allein berücksichtigten, und auch diese nicht bis in das Rückenmark hinein verfolgten, so geschah es nicht, weil wir an der Möglichkeit der Untersuchung zweifelten, sondern um derselben keine übermässige Ausdehnung zu geben.

Wie im Gange der Arbeit der auf die Irritabilitätsfrage gerichtete Gesichtspunkt verschwand, so mögen auch hier zum Schlusse die Folgerungen dafür jedem Einzelnen überlassen bleiben. Der Begriff der Reizbarkeit wird in demselben Masse

aus der Physiologie verschwinden, wie er auf einem anderen Gebiete jetzt zum Ersatze der Lebenskraft die Weihung empfängt. Jeder Körper ist reizbar, wenn man seine Fähigkeit gegen bestimmte Einflüsse in bestimmter Weise zu reagiren, mit diesem Namen bezeichnet. Auf mechanische Reize leitet der Nerv, der Muskel verkürzt sich, die Zelle wuchert und das Atom, z. B. des Jodstickstoffs, explodirt. Da man vom Nerven nicht verlangen wird, dass er sich contrahire, und vom Muskel nicht, dass er explodire, so wird man auch nicht beanspruchen dürfen, dass der Jodstickstoff einmal wuchere. Dies wird zur Genüge zeigen, wie viel oder wie wenig wir von der Irritabilität halten, wenn sie zum allgemeinen specifischen Merkmal organischer Körper gestempelt werden soll.

Zusatz zur vorstehenden Abhandlung des Hrn. Dr. W. Kühne.
Von Reichert.

Der Herr Verfasser bemerkt (S. 482), dass weder Haber noch mir das Verhalten normaler Muskeln bei Application eines Reizes im Bereiche der letzteren hinsichtlich der Ausbreitung der Zuckungen recht vor Augen gestanden habe. In der That sind von Haber keine, diesen Gegenstand betreffende besondere Untersuchungen angestellt. Das genauere Verhalten der Zuckungen normaler Muskeln bei Reizung im nervenhaltigen Theile, namentlich mit Rücksicht auf die Frage, in welchem Umkreise die von einem bestimmten Punkte angeregten Zuckungen erfolgen, ist meines Wissens auch nicht von anderen Forschern, weder für einzelne Muskeln, noch auf das gesetzliche Verhalten in den Muskeln überhaupt, genauer studirt worden. Bekannt aber ist es lange, und kann nicht allein bei Anwendung elektrischer, sondern auch mechanischer und chemischer Reize leicht constatirt werden, dass die im nervenhaltigen Theile des Muskels erregten Zuckungen stets über die Muskelfasern hinaus sich ausdehnen, die unmittelbar von den genannten Reizen betroffen werden. Dies ist die eine gesicherte Grundlage, von welcher aus die in der Haber'schen Abhandlung niedergelegten Schlussfolgerungen ausgegangen sind; es ist hierbei von ganz untergeordnetem Belange, in wel-

chem Umkreise diese Ueberschreitung, und welche Variationen bei verschiedenen mehr oder weniger complicirten Muskeln statthaben. Auch liegt es auf der Hand, dass bei einer Reizung des Muskels in der Gegend, wo der für ihn allein bestimmte Nerv eintritt, der ganze Muskel zucken werde.

Bestätigt ist ferner von Herrn *Kühne*, dass die durch Curare *vergifteten* Muskeln an jeder beliebigen Stelle, also auch da, wo die Nerven verlaufen, bei chemischen, mechanischen und elektrischen Reizen nur in dem Bereiche zucken, in welchem die, irgend wo in ihrem Verlaufe von dem Reize unmittelbar getroffenen Muskelfasern liegen. — Dies ist die zweite wichtige Thatsache, welche in der *Haber*'schen Abhandlung für die Irritabilität der Muskelfasern verwerthet wurde.

Gleichwohl glaubt Herr *Kühne* nicht einräumen zu dürfen, dass die angeführten Thatsachen, verbunden mit dem von mir beschriebenen Verhalten der Nervenfaserendigung in dem bekannten Hautmuskel des Frosches hinreichende Beweise für die durch Curare herbeigeführte Lähmung der terminalen Endigung der Nervenfasern liefere. Die von *Haber* und mir gemachten Schlussfolgerungen sollen nämlich auf zwei falschen Voraussetzungen beruhen. Die eine Voraussetzung sei meine Angabe, dass die primitiven Stammfasern durch ihre Verästelung und durch den Verlauf der Aeste und Zweige *ihre sichtbaren terminalen Fasern* zu vielen, wo möglich allen Muskelfasern des untersuchten Muskels hinführen. Dieses ist selbstverständlich keine Voraussetzung; dieses ist vielmehr eine von mir beobachtete, morphologische Thatsache. Und wenn es auch vorkäme, dass bei zusammengesetzten Muskeln eine Modification dieses morphologischen Verhaltens auftrete, so hat doch weder Herr *Kühne*, noch meines Wissens ein anderer Forscher Beobachtungen beigebracht, aus welchen hervorginge, dass dieses Verhalten in seiner allgemeinsten Fassung, d. h. dass die terminalen Fasern einer Stammfaser nicht zu einer einzigen, sondern zu mehreren Muskelfasern gehen, für andere Muskeln oder Muskelportionen keine Gültigkeit habe. Auf die dagegen sprechenden Versuche, welche angeblich mit

einzelnen Nervenfasern oder mit Zweigen derselben gemacht sein sollen, glaube ich nicht weiter eingehen zu dürfen.

Die zweite Voraussetzung macht sich der Herr Verfasser gleichfalls willkürlich. Es wird mir die Ansicht unterlegt, als ob ich die Erregung der Muskelfasern durch die Nervenfaser an jeder beliebigen Stelle des Verlaufs der letzteren angenommen hätte. Wer meine Abhandlung liest, wird sich überzeugen, dass ich in Grundlage meiner Beobachtungen darauf ausging, nachzuweisen, wie die Verästelung und der Verlauf einer Stammfaser dazu diene, recht viele terminale Fasern einer Stammfaser über das Gebiet des Muskels zu verbreiten, und dass ferner die terminalen Fasern aller in den Muskel eintretenden Stammfasern nahezu dasselbe und zwar fast das ganze Gebiet des in Rede stehenden Muskels umfassen. Obschon ich nicht die Ansicht theile, dass diese terminalen Fasern schliesslich continuirlich in die angeblich flüssige, contractile Substanz übergehen, auch kaum zweifeln darf, dass sehr viele Morphologen mit mir übereinstimmen werden, so lehrt doch meine Abhandlung, dass der Gedanke, die Erregung der Muskelfasern finde in dem ganzen Verlaufe ihrer Stammfasern und ihrer Verästelung statt, mir gänzlich fern gestanden hat. Zu einer dieser Ansicht entsprechenden morphologischen Vorrichtung bedurfte es keiner Verästelung der Nervenfasern und keiner dadurch herbeigeführten Vermehrung terminaler Fasern; dazu genügte eine einzige, ungetheilte, zwischen die einzelnen Muskelfasern des Muskels sich hindurchwindende Nervenfaser.

Was schliesslich die Beweiskraft der auf die Reizungsstelle beschränkten, localisirten Zuckungen in den durch Curare vergifteten Muskeln für die Irritabilitätslehre, insbesondere für die Folgerung, betrifft, dass hierbei die Nervenmitwirkung ausgeschlossen sei, so dürften Hrn. Kühne's Mittheilungen meines Erachtens mehr zu Gunsten, als gegen dieselbe sprechen. Die Folgerung würde unrichtig sein, sobald nachzuweisen wäre, dass nur die terminalen Fäden allein erregbar bleiben, die übrigen intramuscularen Nervenfasern aber gelähmt seien; diesen Beweis hat der Hr. Verfasser nach meinem Dafürhalten nicht geliefert.

Physiologische Untersuchungen über die quantitativen Veränderungen der Wärmeproduction.

Von

Dr. Liebermeister.

Assistenzarzte der medicinischen Klinik und Privatdocenten an der Universität Tübingen.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden ursprünglich in klinischem Interesse unternommen. Die Erfolge, welche bei der Anwendung energischer Wärmeentziehungen in fieberhaften Krankheiten beobachtet wurden, liessen sich nicht vollständig in Uebereinstimmung bringen mit den Resultaten der Versuche an gesunden Thieren und Menschen, welche bisher bekannt geworden waren; diese letzteren endlich stimmten untereinander so wenig überein, dass ich den Entschluss fasste, auch an gesunden Menschen einige Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Der Wunsch, die auffallenden Resultate der ersten Versuche auch auf anderem Wege zu bestätigen, so wie das Bestreben, weitere Vermuthungen, welche sich aus diesen Resultaten ergaben, durch directe Versuche zu prüfen, haben diesen physiologischen Untersuchungen eine grössere Ausdehnung gegeben, als Anfangs beabsichtigt wurde. Vielleicht würde ich mich auch jetzt noch nicht entschlossen haben, die Untersuchungen auf dem bisher erreichten Punkte abzubrechen, aber da mir in Tübingen die vortrefflichen Hülfsmittel, welche das Greifswalder Universitäts-Krankenhaus darbot, wenigstens in der nächsten Zeit nicht zu Gebote stehen werden, so bin ich durch äussere Verhältnisse zu einem vorläufigen Abschlusse genöthigt. Vielleicht aber sind die bisher mit Sicherheit constatirten Resultate nicht nur im Stande, in Betreff eines wichtigen, bisher nur mangelhaft erforschten Punktes der mensch-

lichen Physiologie einige interessante Thatsachen zu liefern, sondern auch durch Darlegung eines bisher nicht betretenen Weges weitere Untersuchungen über denselben Gegenstand zu veranlassen. Die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen habe ich bereits früher[1]) kurz angedeutet; seitdem sind dieselben durch erneuerte und umfänglichere Untersuchungen bestätigt und erweitert worden.

Ich werde im Nachstehenden nur diejenigen Untersuchungen mittheilen, welche sich auf den gesunden Menschen beziehen; die bei Fieberkranken erhaltenen, zum Theil wesentlich abweichenden Resultate, die vorzugsweise pathologisches und therapeutisches Interesse darbieten, beabsichtige ich, sobald ich Gelegenheit gehabt haben werde, einige wesentliche Lücken in denselben auszufüllen, an einem anderen Orte zu veröffentlichen.

Zu den Temperaturbestimmungen dienten Thermometer, welche von Herrn Geissler in Berlin mit grosser Genauigkeit angefertigt waren; die Scalen derselben waren in Zehntelgrade getheilt, und bei hinreichender Uebung konnten Hundertelgrade abgelesen werden mit einem mittleren Fehler von ungefähr 0,°01 und einem Maximum des Fehlers von 0,°02. Nur, wenn das Ablesen sehr schnell oder in sehr ungünstiger Stellung geschehen musste, konnte der Fehler noch höher steigen. Die Angaben, welche sich auf die Temperatur des Wassers beziehen, sind bis auf diesen beim Ablesen möglichen Fehler als genau zu betrachten; bei den Angaben über die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle sind dagegen die möglichen Fehler weit grösser. Ich werde bei einer anderen Gelegenheit auf die mannichfachen Fehlerquellen, welchen die Temperaturbestimmungen an Menschen ausgesetzt sind, so wie auf die Mittel, durch welche ein Theil derselben vermieden werden kann, ausführlicher zurückkommen. Vorläufig erwähne ich nur, dass, auch wenn eine Temperaturbestimmung in der Achselhöhle mit grosser Vorsicht und von einem geübten Beobachter angestellt wird, Differenzen, welche 0,°2 nicht erreichen, innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Die Betrachtung

1) Die Regulirung der Wärmebildung bei den Thieren von constanter Temperatur. Deutsche Klinik 1859. Nr. 40.

kleinerer Differenzen ist aber dennoch von einiger Wichtigkeit, weil dieselben, wenn sie bei durchaus unveränderter Lage des Thermometers eintreten und bei zahlreichen Versuchen der Ausschlag immer in gleichem Sinne erfolgt, zuweilen auf Vermuthungen über die Wirkung verschiedener Agentien führen, welche durch weitere bei verstärkter Wirkung angestellte Versuche bestätigt werden.

Alle Temperaturangaben beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich etwas Anderes erwähnt wird, auf Centesimalgrade. Die einzelnen benutzten Thermometer wurden innerhalb der in Betracht kommenden Grenzen zu wiederholten Malen auf das Genaueste unter einander verglichen; die Abweichungen der einzelnen Instrumente sind bei der Mittheilung der Beobachtungen ausgeglichen worden. Die Bestimmungen der Temperatur der Achselhöhle wurden in der Weise angestellt, dass das Thermometer in die linke Achselhöhle eingelegt, die Kugel desselben durch Andrücken des Oberarms an den Thorax eingeschlossen und ungefähr von 5 zu 5 Minuten der Stand des Thermometers aufgezeichnet wurde. Fand während mindestens 5 Minuten kein Steigen statt, so wurde vorausgesetzt, dass das Thermometer die der vollkommen geschlossenen Achselhöhle entsprechende Temperatur anzeige. Die bis zur Erreichung dieses Standes aufgezeichneten Temperaturangaben wurden als überflüssig bei der Mittheilung der Beobachtungen weggelassen. Im Allgemeinen blieb während der ganzen Dauer eines Versuchs das Thermometer in der vollkommen geschlossenen Achselhöhle liegen; vor dem Einlegen desselben war gewöhnlich die Kleidung so angeordnet worden, dass ich im Stande war, ohne Wegnahme des Thermometers und ohne Störung des Verschlusses der Achselhöhle mich zu entkleiden; ebenso konnte ein oberflächliches Wiederankleiden ohne Wegnehmen des Thermometers stattfinden. Wenn in einzelnen Fällen während der Dauer einer Beobachtungsreihe das Thermometer aus der Achselhöhle entfernt wurde, so ist dies jedesmal besonders vermerkt.

Alle Versuche, bei welchen die Versuchsperson nicht genannt ist, wurden an mir selbst angestellt.

Erster Artikel.

Ueber das Verhalten der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle unter der Einwirkung von Wärmeentziehungen auf die äussere Haut.

Zunächst werde ich die Versuche mittheilen, welche ich anstellte, um zu untersuchen, welchen Einfluss eine durch kaltes Wasser bewirkte starke Abkühlung der Körperoberfläche auf die Temperatur tiefer gelegener Theile des Körpers ausübe. Es diente zu denselben eine Brausevorrichtung, welche eine beträchtliche Quantität von Wasser lieferte, die unter starkem Druck durch eine grosse Zahl von Oeffnungen hindurchgetrieben wurde.

1. Versuch. 14. Juni 1859, Morgens.

Unmittelbar nach dem Erwachen und Aufstehen wurde das Thermometer in die linke Achselhöhle eingelegt.

Zeit	Temperatur der geschlossenen Achselhöhle.	
6 h. 35′	36,43	Auf dem Sopha liegend und lesend.
6 h. 40′	36,60	Im Zimmer auf- und niedergehend.
6 h. 42′	36,70	
6 h. 47′	36,74	
6 h. 54′	36,80	Im Badezimmer entkleidet.
6 h. 55′	36,85	
6 h. 56′	36,90	

3 Minuten lang kalte Brause. Temperatur des Wassers 20°,5. In den ersten Secunden Sinken des Thermometers in der Achselhöhle bis auf 36,86; dann schnelles Steigen.

6 h. 59′	37,10	Ende der kalten Brause.
7 h. 2′	37,22	Während des Abtrocknens. Zimmertemperatur = 22°,4.
7 h. 5′	37,24	
7 h. 17′	36,64	Nach vorläufigem Ankleiden (ohne Wegnahme des Thermometers).
7 h. 20′	36,72	
7 h. 29′	36,81	
7 h. 34′	36,82	

Etwa 500 CC. Kaffee, der kalt geworden ist, getrunken.

7 h. 40′	36,80

2. Versuch. 16. Juni, Nachmittag.

Von 2 h. bis $2^1/_2$ h. Mittagessen, nachher eine Tasse Kaffee; nachher ruhig sitzend und lesend.

Zeit	Pulsfrequenz	Respirationsfrequenz	Temperatur der Achselhöhle
4 h. 8′	84	20	37,53
4 h. 12′	—	—	37,57
4 h. 16′	84	19	37,60
4 h. 18′	85	19	37,60
4 h. 20′	—	—	37,60

Hinübergehen in's Badezimmer. Das Thermometer auf einige Secunden aus der Achselhöhle entfernt und sogleich wieder eingelegt; in der Zwischenzeit die Achselhöhle fortwährend geschlossen. Zimmertemperatur = 19°,7.

Zeit	Puls-frequenz	Respirations-frequenz	Temperatur der Achselhöhle
4 h. 29′	83	18	37,60
Auskleiden ohne Wegnahme des Thermometers.			
4 h. 33′	—	—	37,64
4 h. 34′	84	19	37,72
4 h. 37′	—	—	37,76
4 h. 39′	—	—	37,74
4 h. 40′	—	—	37,78

7 Minuten lang kalte Brause. Temperatur des Wassers = 17°,5. Anfangs starkes Kältegefühl, während der letzten Minuten mässiges Zittern. Während der ersten Minuten zeigt das Thermometer in der Achselhöhle dauernd 37°,80, in den letzten Minuten steigt dasselbe.

4 h. 47′	—	—	37,90

Ende der Brause. Schon eine Minute nachher merkliches Sinken des Thermometers. Auskleiden ohne Entfernung desselben.

4 h. 53′	—	—	37,60	Stehend oder langsam gehend. Zimmertemperatur = 18°,4.
5 h. 1′	—	—	37,30	
5 h. 11′	72	16	37,22	
5 h. 14′	70	16	37,30	

Am Abend desselben Tages wurde sowohl vor als auch nach dem Abendessen je eine Stunde lang die Puls- und Respirationsfrequenz, so wie die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle beobachtet. Vor dem Abendessen ergab sich als Mittel aus 7 Beobachtungen:

7 h.—8 h. 72 17 37,44,

nach dem Abendessen als Mittel aus 7 Beobachtungen:

9½—10½ h. 75 15 37,04

Beide für die Temperatur erhaltenen Zahlen liegen innerhalb der aus anderen Beobachtungsreihen für die entsprechenden Tageszeiten unter gewöhnlichen Verhältnissen sich ergebenden Schwankungen; die Zahlen für die Pulsfrequenz sind etwas niedriger, als das aus anderen Beobachtungen hervorgehende Mittel.

In beiden Versuchen zeigt sich übereinstimmend während der Einwirkung der kalten Brause ein geringes Steigen der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle, welches beim ersten Versuch noch fortdauerte, so lange der unbekleidete Körper der Einwirkung der Luft ausgesetzt war, beim zweiten Ver-

suche aber unmittelbar nach Beendigung der Brause aufhörte. In beiden Fällen erfolgte nach dem Ankleiden ein Sinken der Temperatur der Achselhöhle; doch erreichte einige Zeit nachher die Temperatur wieder den unter gewöhnlichen Verhältnissen bestehenden Grad. Die Pulsfrequenz zeigte sich beim zweiten Versuche nach der Einwirkung der Brause dauernd herabgesetzt.

Der Zeitfolge nach schliesst sich an die vorstehenden Versuche ein Versuch an, den Herr Dr. Tütel, der damalige Unterarzt der medicinischen Klinik, zu unternehmen die Gefälligkeit hatte. Es war mir von Wichtigkeit, durch Versuche an einer anderen Person das an mir selbst gefundene Resultat bestätigt zu sehen, da nur dadurch etwaige individuelle Eigenthümlichkeiten ausgeschlossen werden konnten. Herr Dr. Tütel war mit den bei Temperaturbestimmungen nöthigen Vorsichtsmassregeln durchaus bekannt.

3. Versuch. 17. Juni, Morgens.
Versuchsperson: Dr. Tütel.
Unmittelbar nach dem Erwachen und Aufstehen wurde das Thermometer eingelegt.

Zeit	Pulsfrequenz	Temperatur der Achselhöhle	
5 h. 11'	60	36,34	Im Sitzen.
5 h. 17'	60	36,12	
5 h. 23'	64	36,19	
5 h. 27'	—	36,00	Nach dem Hinübergehen in's Badezimmer.
5 h. 29'	—	36,20	
5 h. 32'	—	36,30	
5 h. 38'	—	36,30	

Auskleiden ohne Wegnehmen des Thermometers.

5 h. 40'	—	36,49	

5½ Minute lang kalte Brause; dabei heftiges Kältegefühl, starkes Zittern; das Thermometer zeigt während der ganzen Dauer, ohne die geringste Abweichung, 36,49.

5 h. 53'	—	36,40	Nach leichtem Ankleiden ohne Wegnehmen des Thermometers, im Stehen. Fortdauerndes Kältegefühl.
5 h. 58'	—	36,30	
6 h. 2'	48	36,19	
6 h. 4½'	—	36,25	
6 h. 9'	—	36,00	Nach der Rückkohr in's Wohnzimmer, im Sitzen. Das Kältegefühl verschwindet allmählig.
6 h. 12'	—	35,90	
6 h. 18'	—	35,95	
6 h. 22'	—	36,00	
6 h. 24'	—	36,15	

Bei diesem Versuche erfolgte ebenso wie in den früheren nach dem Auskleiden ein auffallendes Steigen des Thermometers, eine Erscheinung, die mit später mitzutheilenden Beobachtungen übereinstimmt; während der 5½ Minute lang fortgesetzten Einwirkung der kalten Brause stieg das Thermometer nicht mehr, behauptete aber trotz des intensiven Kältegefühles dauernd den erreichten Stand. Nach dem Ankleiden zeigt sich ein Sinken der Temperatur und namentlich ein sehr bedeutendes Sinken der Pulsfrequenz. Es wurde mithin durch diesen an einer anderen Person angestellten Versuch die Thatsache bestätigt, dass während der Einwirkung der kalten Brause kein Sinken der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle stattfindet.

4. Versuch. 22. Juni, Abends.

Um 7¾ h. Abendessen.

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur	
9 h. —	83	19	37,36	Im Wohnzimmer sitzend, lesend, rauchend; etwas gesteigertes Wärmegefühl.
9 h. 8′	86	16	37,33	
Hinübergehen in's Badezimmer und Auskleiden.				
9 h. 13′	—	—	37,50	
9 h. 17′	—	—	37,50	Von 9 h. 17′ bis 9 h. 24′ 7 Minuten lang kalte Brause. Anfangs geringes, später stärkeres Kältegefühl mit Zittern.
9 h. 21′	—	—	37,70	
9 h. 24′	—	—	37,69	
9 h. 32′	—	—	37,35	Während des Abtrocknens und Ankleidens.
9 h. 36′	—	—	37,25	
9 h. 40′	—	—	37,10	Im Wohnzimmer sitzend, lesend, rauchend; leicht gekleidet; fortwährend behagliches Wärmegefühl. Gegen 10½ h. etwas Schläfrigkeit, daher um 10 h. 51′ Niederlegen auf das Sopha, die linke Schulter mit dem Thermometer in der Achselhöhle in die Ecke gedrückt. Fester Schlaf bis 1 h. 56′ ohne Wegnehmen des Thermometers.
10 h. 1′	72	15	36,80	
— —	—	—	—	
10 h. 19′	72	15	36,60	
— —	—	—	—	
10 h. 51′	—	—	36,50	
1 h. 56′	—	—	36,43	Unmittelbar nach dem Erwachen.
2 h. —′	84	18	36,28	
2 h. 12′	70	16	36,23	Sitzend.
2 h. 22′	—	—	36,40	

Der vorstehende Versuch ergiebt ein ähnliches Resultat wie die früheren. Die nach Beendigung des Versuches bis gegen 10 Uhr beobachteten Temperaturgrade entsprechen dem unter

gewöhnlichen Verhältnissen sich ergebenden Mittel, die später erhaltenen Zahlen sind um ein Geringes niedriger. Die Temperatur, welche im Augenblick des Erwachens aus festem Schlafe beobachtet wurde, ist höher, als die unter gewöhnlichen Verhältnissen unmittelbar nach dem Erwachen um dieselbe Zeit beobachtete; ein geringes Sinken bald nach dem Erwachen tritt auch unter normalen Verhältnissen zuweilen ein.

Bei der Mittheilung der folgenden Versuche kann ich mich kürzer fassen.

Der 5. Versuch wurde am Morgen des 24. Juni sogleich nach dem Aufstehen angestellt. Vor Beginn der Brause, während ich mich vollständig entkleidet im Badezimmer aufhielt, schwankte der Stand des Thermometers während 15 Minuten zwischen 37,06 und 37,00. Während der 6 Minuten lang dauernden Einwirkung der kalten Brause stieg die Temperatur in den ersten 3 Minuten auf 37,12 und blieb auf diesem Stande bis zu Ende derselben. Nach dem Ankleiden fand während 30 Minuten ein langsames Sinken bis 36,53 statt. Die Pulsfrequenz betrug vor der Brause im Mittel aus mehreren Zählungen 74, nach derselben im Mittel 62.

Der 6. Versuch, kurz vor dem Abendessen angestellt, ergab nach dem Auskleiden bei ziemlich niedriger Temperatur des Badezimmers und deutlichem, von Zeit zu Zeit über den ganzen Körper sich verbreitendem Frösteln ein langsames Steigen der Temperatur der Achselhöhle von 37,63 auf 37,98. Während der Einwirkung der Brause, die $7^1/_2$ Minuten lang dauerte, stieg das Thermometer auf 38,02, blieb dann längere Zeit bei 38,00 stehen und sank gegen das Ende auf 37,91. Die Pulsfrequenz sank von 76,5 (Mittel aus mehreren Zählungen vor der Brause) auf 70.

Der 7. Versuch wurde am 25. October, Morgens, sogleich nach dem Aufstehen angestellt. Die Temperatur des zur Brause dienenden Wassers betrug 8°, die der Luft im Badezimmer 10°,5. Die Brause wurde wegen des äusserst intensiven Kältegefühls nur $1^1/_4$ Minute lang ertragen. Die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle betrug vor der Brause nach dem Entkleiden 37,35, und schwankte während der Dauer der Brause zwischen 37,35 und 37,40.

Alle bisher mitgetheilten Versuche zeigen übereinstimmend, dass unter der Einwirkung der bis zu einer Dauer von $7^1/_2$ Minuten angewandten kalten Brause die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle trotz der intensiven Wärmeentziehung entweder constant bleibt oder sogar eine geringe Steigerung er-

fährt, dass aber unmittelbar nach erfolgtem Abtrocknen und Wiederankleiden ein Sinken derselben stattfindet. Es erschien wichtig, zu untersuchen, ob, was kaum zu erwarten war, ein Steigen oder auch nur Constantbleiben der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle auch dann stattfinde, wenn vorher auf künstliche Weise die Temperatur abnorm gesteigert worden sei. Es wurde daher folgender Versuch angestellt.

8. Versuch. 25. Juni, Vormittag.

Die Temperatur des Badezimmers war = 18°,7. Das Thermometer in der Achselhöhle zeigte 37,50 und stieg nach dem Entkleiden auf 37,82. Ohne Entfernung des Thermometers aus der Achselhöhle begab ich mich in ein heisses Bad, dessen Temperatur unmittelbar nach dem Einsteigen 38°,6 betrug, und durch langsames Zulassen warmen Wassers allmählig bis auf 40°,2 erhöht wurde. In diesem Bade blieb ich 15 Minuten. Dabei stellte sich, besonders wenn ich bis auf einen kleinen Theil des Gesichtes unter Wasser getaucht war, ein sehr quälendes Gefühl von Beklemmung und eine Unruhe ein, welche ein ruhiges Verharren in dieser Lage im höchsten Grade erschwerte. Die Respiration war sehr tief und erfolgte 20mal in der Minute; die Pulsfrequenz stieg bis auf 137 Schläge; das Klopfen der Arterien war bei untergetauchten Ohren sehr laut zu hören. Das Thermometer in der Achselhöhle zeigte Anfangs ein langsames, später ein schnelleres Steigen und erreichte zu Ende des Bades 39,03, einige Secunden nach dem Aussteigen 39,06. Unmittelbar nach dem Aussteigen wurde eine kalte Brause genommen, deren Temperatur 18°,2 betrug; dieselbe bewirkte nur ein angenehmes Gefühl von erfrischender Kühlung. Die Temperatur der Achselhöhle zeigte 1/4 bis 1/2 Minute lang den bisherigen Stand und fiel dann sehr schnell, so dass, nachdem die Brause 6 1/2 Minute gewährt hatte, das Thermometer nur noch 38,10 anzeigte. Die Pulsfrequenz betrug während der Brause 116. Unmittelbar nach dem Abtrocknen und Ankleiden, 5 1/2 Minute nach Beendigung der Brause, betrug die Temperatur der Achselhöhle 37,48, 3/4 Stunden später 37,00. Die Pulsfrequenz betrug 5 Minuten nach Beendigung der Brause 92 Schläge, 52 Minuten nachher 78.

Dieser Versuch zeigt, dass bei künstlich gesteigerter Körpertemperatur die kalte Brause auch für tiefer gelegene Theile als ein schnelles Abkühlungsmittel wirkt, und dass diese abkühlende Wirkung schon während der ersten Minute deutlich wird. In ganz ähnlicher Weise habe ich noch ein Mal bei einer künstlichen Steigerung der Körpertemperatur bis nahe an 39° die kalte Brause angewandt, und zwar mit dem gleichen

Erfolge. Der Versuch wird später in anderem Zusammenhange mitgetheilt werden.

Der folgende Versuch liefert den Beweis, dass nicht das vorhergegangene warme Bad an sich, sondern nur die abnorme Steigerung der Körpertemperatur für den abkühlenden Erfolg der kalten Brause bestimmend war.

9. Versuch. 18. Februar 1860, Morgens.

Um $7^1/_2$ h. Beginn eines Bades, dessen Temperatur dauernd nahe bei 36°,5 erhalten wurde. Während der Dauer desselben zeigt das Thermometer in der Achselhöhle constant 37,10. Nach 14 Minuten Aussteigen aus dem Bade; die nasse Oberfläche des Körpers ist eine Minute lang der Luft ausgesetzt, deren Temperatur nur 10°,5 beträgt; starkes Kältegefühl; das Thermometer in der Achselhöhle zeigt 37,12. Dann $1^1/_2$ Minute lang kalte Brause, deren Temperatur = 2°,5. Sehr heftiges Kältegefühl. Während der Dauer der Brause bleibt die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle constant = 37,12. Die Brause erregt heftigen Kopfschmerz auf dem Scheitel, der sich später beim Untertauchen in das warme Bad schnell wieder verliert. Nach dem vollständigen Wiedereintauchen in das Bad von 36°—36°,5 steigt das Thermometer in der Achselhöhle bis auf 37,22, sinkt aber nach kurzer Zeit wieder auf 37,18. Diesen Stand behält dasselbe auch nach dem Aussteigen aus dem Bade unter Einwirkung der kalten Luft während einer Minute.

An diese Mittheilungen schliesse ich einige Versuche an über die Wirkung des kalten Seebades, welche, da sie ganz ähnliche Resultate geben, zur Bestätigung und Verallgemeinerung der bei Einwirkung der kalten Brause erhaltenen Resultate dienen können.

10. Versuch. 17. Juni 1859, Abends.

Seebad in Wiek bei Greifswald.

Der Himmel mit Wolken bezogen, während des Bades Regen. Nach dem Entkleiden im Badehäuschen, in welchem die Lufttemperatur 14°.5 betrug, stieg das Thermometer in der Achselhöhle bis 37.65 und blieb längere Zeit auf dieser Höhe. Nach dem Oeffnen der Fallthür und dem Betreten der in das Wasser hinabführenden Treppe zeigte, während in Folge der kälteren äusseren Luft mässiges Kältegefühl sich einstellte, das Thermometer in der Achselhöhle 37,75. Die Temperatur des Seewassers betrug 15°,7. Bad von 4 Minuten. Während desselben äusserst intensives Kältegefühl. Fortwährend Schwimmen in der Lage auf dem Rücken oder auf der rechten Seite, während das Thermometer in der linken fest verschlossenen Achselhöhle gehalten wurde; nur auf Augenblicke behufs der Beobachtung des Thermometers Stehen. Das Thermometer

stieg im Bade schnell bis auf 37,90, und behauptete diesen Stand bis zu Ende desselben. Nachher, im Badehäuschen, durch dessen defectes Dach der Regen hineinfloss, während langsamen Abtrocknens und Ankleidens, fiel dasselbe und zeigte 13 Minuten nach Beendigung des Bades 37,5, nach 21 Minuten 37,31. Die Pulsfrequenz schwankte nach dem Bade zwischen 80 und 32, eine Viertelstunde nach demselben zwischen 84 und 88. — 1½ Stunde nach Beendigung des Bades, nachdem ich bereits Eier, Butter und Brot gegessen und etwas Grog getrunken hatte, zeigte das Thermometer in der Achselhöhle während 15 Minuten 36,80 bis 36,90, der Puls 80 Schläge. — Nachdem ich zu Fusse den Weg von einer Stunde bis nach Hause zurückgelegt hatte, betrug die Temperatur in der Achselhöhle während des Liegens im Bette (nach 11 Uhr) 36,62.

11. Versuch. Ein mir befreundeter College, Herr Dr. Klein, machte zu gleicher Zeit mit mir denselben Versuch. Nach dem Entkleiden blieb die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle stationär bei 37,25. Nach dem Hineinsteigen in das Wasser trat ein plötzliches Sinken des Thermometers bis 36,80 ein, welches unzweifelhaft von dem in Folge nicht ganz sicheren Verschlusses der Achselhöhle stattfindenden Eindringen von Wasser in dieselbe abzuleiten war, um so mehr, als noch während des 4 Minuten dauernden Bades bei festem Andrücken des Oberarmes ein Steigen bis 36,9, und nach dem Bade während des Abtrocknens und Ankleidens ein weiteres Steigen bis 37,20 beobachtet wurde. 18 Minuten nach Beendigung des Bades zeigte das Thermometer noch 37,10, 1 Stunde und 9 Minuten nach dem Bade 36,54. Die Pulsfrequenz schwankte vor dem Bade zwischen 74 und 80, nach dem Bade zwischen 68 und 76.

12. Versuch. Am Nachmittag des 20. August 1859 machte ich einen ähnlichen Versuch bei einer bedeutend höheren Temperatur des Seewassers; die Dauer des Bades betrug 13 Minuten. Das Ergebniss war ebenfalls ein geringes Steigen der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle während der Dauer des Bades. Nach dem Bade, während des Ankleidens ohne Wegnahme des Thermometers, zerriss plötzlich, in Folge einer Erschütterung des Thermometers bei geneigter Stellung des Oberkörpers, der Quecksilberfaden in dem Scalentheile. Ein solches Reissen des Quecksilberfadens tritt bei den von mir benutzten Thermometern, auch wenn dieselben vollständig umgekehrt werden, wegen des sehr geringen Lumens der Röhre nur selten ein, und ist, wenn es während einer Beobachtungsreihe stattfindet, an dem plötzlich erfolgenden und sehr ausgiebigem Schwanken des Thermometerstandes, das mit kürzere oder längere Zeit dauernder vollkommener Unveränderlichkeit desselben abwechselt, meistens sehr leicht zu erkennen, kann aber doch bei oberflächlicher Beobachtung, namentlich wenn

Temperaturbestimmungen an anderen Personen, z. B. an Kranken, gemacht werden, zu sehr groben Irrthümern führen. Obwohl während der Dauer des Bades wahrscheinlich noch vollkommene Integrität des Instrumentes vorhanden war, so kann ich den Beobachtungen doch nicht volle Sicherheit beilegen, und übergehe daher die specielle Mittheilung der erhaltenen Resultate.

Es ergiebt sich aus den mitgetheilten Versuchen übereinstimmend, dass bei der Einwirkung kalten Wassers auf die Körperoberfläche eines gesunden und unter sonst normalen Verhältnissen sich befindenden Menschen während mässiger Dauer dieser Einwirkung niemals ein Sinken der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle erfolgt.

Bei den Versuchen hatte es sich gezeigt, dass gewöhnlich schon unmittelbar nach dem Entkleiden ein Steigen des in die Achselhöhle eingelegten Thermometers stattfand. Bei den ersten Versuchen hatte ich diese Erscheidung von der beim Entkleiden stattfindenden Muskelbewegung abgeleitet, da aber die beobachteten Differenzen bedeutender waren, als die bei noch stärkeren Muskelbewegungen sich ergebende Temperatursteigerung, und da auch bei denjenigen Versuchen, bei welchen ich mit Sorgfalt jede Muskelanstrengung vermied, jedesmal nach dem Entkleiden ein Steigen des Thermometers sich zeigte, so vermuthete ich, dass die directe Berührung der Körperoberfläche mit Luft in ähnlicher Weise wirke, wie nach den bereits mitgetheilten Versuchen die Berührung mit kaltem Wasser. Ich stellte daher einige Versuche an, bei denen ausser dem Effect des Entkleidens auch der des Wiederankleidens beobachtet und auf diese Weise der Einfluss nicht zu vermeidender körperlicher Bewegung ausgeglichen werden konnte. Ich theile dieselben in extenso mit. Es wurde auch bei diesen Versuchen vor dem Einlegen des Thermometers in die Achselhöhle die Kleidung so angeordnet, dass sie den Körper vollständig bedeckte, aber ohne Wegnahme des Thermometers oder Störung des Verschlusses der Achselhöhle entfernt und wieder angelegt werden konnte.

13. Versuch. 24. Juni 1859, Abends.

Um 7½ h. Abendessen, nachher 1 Glas Bier; von 8½ bis

$9^1/_2$ Uhr auf der Krankenabtheilung beschäftigt. Nachher ruhig sitzend, lesend, rauchend. Zimmertemperatur = 22°,8. Vollständig bekleidet; etwas erhöhtes Wärmegefühl.

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur	
10 h. 38′	80	21	37,23	
10 h. 47′	78	21	37,08	
10 h. 52′	—	—	37,18	Im Zimmer auf- und niedergehend.
10 h. 55′	—	—	37,14	
10 h. 58′	80	20	37,16	Sitzend.

Vollständig entkleidet; sitzend. Gelinde Kühle, kein Frösteln.

11 h. 1′	76	20	37,22	
11 h. 3′	—	—	37,26	Auf- und niedergegangen; dabei in Folge der Bewegung der Luft ein sehr geringes Kältegefühl.
11 h. 5′	—	—	37,32	
11 h. 8′	72	17	37,40	Sitzend, lesend, rauchend; kein Kältegefühl.
11 h. 10′	—	—	37,45	
11 h. 12′	—	—	37,43	
11 h. 14′	75	17	37,37	
11 h. 18′	—	—	37,39	Gehend; sehr geringes Kältegefühl.
11 h. 21′	—	—	37,45	Aufenthalt im Nebenzimmer, in welchem ein Fenster geöffnet und nur durch den Vorhang verhängt ist. Temperatur der Luft in diesem Zimmer = 17°,6; Temperatur der äusseren Luft = 11°,6. Sehr geringes Kältegefühl.
11 h. 25′	—	—	37,50	
11 h. 28′	—	—	37,52	
11 h. 29′	—	—	37,52	Während des Wiederankleidens. Hemd, Schlafrock und Pantoffeln angezogen; Unterschenkel nicht vollständig bedeckt.
11 h. 32′	—	—	37,40	
11 h. 35′	—	—	37,30	Gehend.
11 h. 38′	—	—	37,24	
11 h. 40′	76	17	37,16	Sitzend.
11 h. 42′	—	—	37,07	Langsam gehend.
11 h. 46′	—	—	37,00	
11 h. 48′	—	—	37,08	Sitzend, lesend.

440 CC. Wasser von 22°,1 getrunken.

11 h. 53′	—	—	37,00
11 h. 57′	67	16	36,90
12 h. 4′	70	15	36,90

14. Versuch. August 1859, Abends.

Um $7^1/_2$ h. Abendessen. Nachher sitzend, lesend, rauchend. Zimmertemperatur = 22°,4. Vollständig bekleidet; behagliches Wärmegefühl.

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur
9 h. 5′	70	16	36,75
9 h. 13′	74	18	36,75
9 h. 21′	76	16	36,82
9 h. 23′	—	—	36,84

Aufgestanden, 440 CC. Wasser getrunken.

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur	
9 h. 25′	—	—	36,84	
9 h. 29′	—	—	36,80	
9 h. 39′	75	17	36,77	
9 h. 42′	—	—	36,80	
9 h. 48′	—	—	86,80	
9 h. 53′	—	—	36,85	
9 h. 56′	—	—	36,86	
9 h. 58′	—	—	36,86	
Gänzlich entkleidet; kaum eine Spur von Kältegefühl.				
10 h. —′	—	—	36,90	Sitzend.
10 h. 4′	70	18	36,95	
10 h. 7′	—	—	36,98	
10 h. 13′	70	16	37,00	
10 h. 18′	—	—	36,90	

Aufenthalt im Nebenzimmer, in welchem zwei Fenster geöffnet und nur durch Vorhänge verhängt sind. Zimmertemperatur = 20°,9; Temperatur der äusseren Luft = 17°,5. Fast kein Kältegefühl.

10 h. 21′	—	—	36,96
10 h. 24′	—	—	36,96
10 h. 27′	—	—	37,00
10 h. 29′	—	—	37,00
Vollständig wieder angekleidet.			
10 h. 36′	—	—	36,84
10 h. 39′	—	—	36,77
10 h. 41′	68	17	36,72
10 h. 45′	—	—	36,70
11 h. 5′	—	—	36,70

15. Versuch. 3. Mai 1860, Abends.

Um 8 h. Abendessen und 600—700 CC. Wein. Nachher ruhig sitzend, lesend, rauchend. Zimmertemperatur = 18°.

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur
9 h. 56′	88	15	36,70
10 h. 3′	—	—	36,72
10 h. 10′	—	—	36,72
10 h. 20′	87	14	36,74
10 h. 22′	—	—	36,70
10 h. 35′	—	—	36,70
10 h. 39′	—	—	36,62
Vollständig entkleidet; sitzend; kein Kältegefühl.			
10 h. 42′	—	—	36,63
10 h. 45′	—	—	36,70
Aufstehen, sehr langsames Gehen; gelindes Kältegefühl.			
10 h. 46′	—	—	36,72
10 h. 49′	—	—	36,80

Zeit	Puls	Respiration	Temperatur	
10 h. 51′	80	14	36,83	Sitzend, kaum etwas Kältegefühl.
10 h. 58′	—	—	36,89	
11 h. 2′	82	14	36,90	
11 h. 7′	78	14	36,82	
11 h. 12′	—	—	36,82	Aufenthalt im Nebenzimmer, dessen Temperatur = 12°,5. Abwechselnd stehend und sitzend. Kältegefühl; Gänsehaut; allmählig entstehendes geringes Zittern.
11 h. 14½′	—	—	36,86	
11 h. 18′	—	—	36,92	
11 h. 20′	—	—	36,99	
11 h. 23′	—	—	37,09	
11 h. 24′	—	—	37,10	
11 h. 26′	—	—	37,11	
11 h. 30′	—	—	37,12	Vollständig wieder angekleidet.
11 h. 34′	—	—	37,02	Fortwährend stehend oder langsam gehend.
11 h. 37′	—	—	36,88	
11 h. 42′	—	—	36,70	
11 h. 44′	—	—	36,63	
11 h. 46′	—	—	36,60	
11 h. 49′	80	15	36,52	Sitzend.

Zur richtigen Würdigung der drei letzten Versuche ist es erforderlich zu bemerken, dass Abends nach 9 Uhr unter gewöhnlichen Verhältnissen bei mir ein langsames Sinken der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle stattzufinden pflegt. In jedem dieser Versuche zeigt sich ein Steigen der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle unmittelbar nach dem vollständigen Entkleiden, ein Sinken nach dem Wiederankleiden.

Berücksichtigen wir zugleich die bei den früher mitgetheilten Versuchen erhaltenen Resultate, so ist mit hinreichender Sicherheit die Thatsache constatirt, dass die directe Berührung der Körperoberfläche mit Luft von 12½ bis 22° eine Steigerung der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle zur Folge hat; und zwar scheint die Steigerung um so bedeutender zu sein, je niedriger innerhalb der angeführten Grenzen die Temperatur der Luft, und je deutlicher das durch dieselbe hervorgerufene Kältegefühl ist.

Die Ergebnisse der mitgetheilten Versuche befinden sich zum Theil anscheinend im Widerspruch mit fast allen Beobachtungen, welche bisher von anderen Forschern mitgetheilt worden sind. Freilich scheint schon James Currie bei seinen Versuchen über die Einwirkung des kalten Wassers auf gesunde Menschen in einem einzelnen Falle eine durch die kalte Uebergiessung bewirkte Steigerung der Temperatur beobachtet zu haben; auch sind die Resultate einiger Versuche, welche F. Hoppe an Thieren anstellte, durchaus im Einklange mit dem von uns Beobachteten.

Alle anderen Beobachtungen von Currie[1]) jedoch, ein Theil der Versuche von Hoppe[2]), namentlich aber die Reihen von Beobachtungen, welche Virchow[3]) an sich selbst und an anderen Personen anstellte, endlich die Untersuchungen von Fleury[4]), Esmarch und Hjelt[5]) scheinen übereinstimmend das Resultat zu ergeben, dass durch Berührung der Körperoberfläche mit kaltem Wasser die Temperatur der tiefer gelegenen Körpertheile sehr bedeutend herabgesetzt werde. Meine oben mitgetheilten Versuche haben dagegen übereinstimmend gezeigt, dass bei mir selbst, wie auch bei anderen Individuen, so lange eine Wärmeentziehung, deren Intensität und Dauer innerhalb gewisser Grenzen bleibt, auf die Körperoberfläche einwirkt, die Temperatur der Achselhöhle, wenn sie nicht vorher abnorm gesteigert war, niemals sinkt, zuweilen aber um ein Geringes steigt. Unter diesen Umständen scheint mir kein anderer Ausweg möglich, als die Annahme, dass die Verschiedenheit der Versuchsmethode die Ursache der Verschiedenheit der Resultate sei. Ich muss freilich gestehen, dass es mir vorläufig nicht möglich ist, für alle einzelnen Fälle den genügenden Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme beizubringen; ich muss mich vielmehr darauf beschränken, diesen Nachweis für einzelne Fälle zu liefern, und für die übrigen wenigstens den Weg anzudeuten, auf welchem die Ursachen dieser Verschiedenheit der Resultate mit Wahrscheinlichkeit gefunden werden können.

Ich mache zunächst darauf aufmerksam, dass bisher Currie der einzige Forscher war, der bei Menschen Untersuchungen anstellte über die Veränderungen, welche während der Dauer einer starken Wärmeentziehung von der Oberfläche aus die Temperatur des Inneren erlitt; auf diese Versuche werde ich später zurückkommen. Die übrigen angeführten Beobachter waren nicht im Stande, über die Veränderungen der Temperatur des Inneren während der Einwirkung des kalten Wassers irgend etwas auszusagen. Die Verschiedenheit der Resultate dieser Beobachter und der von mir beobachteten besteht daher nur in dem Verhalten der Temperatur nach der

1) James Currie, über die Wirkungen des kalten und warmen Wassers als eines Heilmittels im Fieber und in anderen Krankheiten u. s. w. Nach der 2. Ausgabe aus dem Englischen übersetzt von Dr. Chr. Fr. Michaelis. Leipzig 1801.

2) Dr. F. Hoppe, über den Einfluss des Wärmeverlustes auf die Eigentemperatur warmblutiger Thiere. Virchow, Archiv für path. Anat. u. s. w. 11. Band. 1857.

3) Virchow, Physiologische Bemerkungen über das Seebaden, mit besonderer Rücksicht auf Misdroy. Archiv für pathol. Anatomie 15. Band. 1858.

4) Louis Fleury, Praktisch-kritische Abhandlung über die Wasserheilkunde. Uebersetzt von Scharlau. Stettin 1853.

5) S. Virchow a. a. O.

Einwirkung des kalten Wassers. Nach dieser Einwirkung und namentlich nach dem Wiederankleiden und nach erfolgter Wiederherstellung eines behaglichen Wärmegefühls habe ich zwar jedesmal ein Sinken der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle beobachtet; aber der niedrigste Grad, bis zu welchem das Thermometer innerhalb der ersten halben Stunde nach der Einwirkung des kalten Wassers sank, betrug bei mir selbst 36°,53, bei dem Herrn Dr. Tütel 35°,90. Diese Temperaturgrade liegen innerhalb der Grenzen derjenigen Schwankungen, welche ich bei gesunden Menschen unter durchaus gewöhnlichen Aussenverhältnissen beobachtet habe. — Bei den Versuchen von Fleury[1]) dagegen fand ein Sinken der Temperatur bis auf 34°, 32°,9, 30°,1 statt, bei den Versuchen von Hjelt[2]) bis auf 34°, 32° und sogar bis auf 30°, bei den Versuchen von Virchow[3]) ein Sinken bis auf 34°. Alle diese Temperaturgrade sind weit niedriger, als die niedrigsten Grade, welche ich jemals bei Menschen unter irgend welchen Verhältnissen beobachtet habe; doch muss ich erwähnen, dass ich noch nicht Gelegenheit gehabt habe, Temperaturbestimmungen an Menschen zu machen, bei welchen durch excessive Einwirkung der Kälte pathologische Verhältnisse herbeigeführt worden waren.

Betrachten wir die Methode der Temperaturbestimmung, deren sich die Beobachter bedient haben, so sehen wir, dass häufig die Angaben über die angewandte Methode nicht der Art sind, dass sie den Verdacht grober Irrthümer beseitigen könnten. Fleury z. B. giebt, was Virchow als einen Mangel erkennt, nicht genau genug an, „wie, namentlich nicht, wie lange die Messungen angestellt sind“, und Temperaturbestimmungen an Menschen, bei denen diese Angaben fehlen, haben im Allgemeinen keinen Anspruch auf Berücksichtigung. Für die Beobachtungen von Virchow, welcher die Temperaturbestimmungen in der Mundhöhle machte, gilt ein solcher Einwand nicht, und die von ihm gefundenen Zahlen sind als die der geschlossenen Mundhöhle entsprechenden Temperaturgrade anzusehen. Aber dennoch besteht in der Grösse der Differenz der Temperatur vor und nach der Einwirkung des kalten Wassers zwischen den Beobachtungen von Virchow und den von mir angestellten Versuchen eine grosse Verschiedenheit, die nur aus der Verschiedenheit der Versuchsmethode abgeleitet werden kann. Virchow fand, dass die Temperatur der Mundhöhle nach dem Bade im Mittel aus 18 Beobachtungen um 1°,59 niedriger war, als vor demselben. Aus den von mir an mir selbst und an Anderen angestellten Versuchen ergiebt sich Erniedrigung der Temperatur in der geschlossenen Achselhöhle nach der Einwirkung kalten Wassers im Mittel 0°,31, im Maxi-

1) A. a. O. S. 83 ff. 11. bis 13. Versuch.
2) Virchow a. a. O. S. 92.
3) A. a. O. Tabelle I. und II.

mum 0°,53.[1]) Die Verschiedenheit dieser Differenzen ist so gross, dass sie nicht auf Zufälligkeiten oder individuellen Eigenthümlichkeiten beruhen kann; ich kann dieselben nur daraus herleiten, dass Virchow die der geschlossenen Mundhöhle, ich die der geschlossenen Achselhöhle entsprechende Temperatur beobachtete.

Schon die einfache Betrachtung der Verhältnisse zeigt, dass die geschlossene Achselhöhle weit mehr den auf die Körperoberfläche einwirkenden Einflüssen entzogen, also mehr geeignet ist, über die im Inneren des Körpers vorhandenen Temperaturverhältnisse Aufschluss zu geben, als die geschlossene Mundhöhle, in welcher das unter der Zunge liegende Thermometer durch Schichten von weit geringerer Dicke von der Oberfläche getrennt ist. In einem einzelnen im zweiten Artikel mitzutheilenden Falle zeigte sich mit Bestimmtheit, dass, während die ganze Körperoberfläche bis zum Kinn mit Wasser von 25° umgeben war, die Temperatur der geschlossenen Mundhöhle um mehr als 1 Grad niedriger war, als die der geschlossenen Achselhöhle. Berücksichtigen wir zugleich den Umstand, auf welchen Lichtenfels und Fröhlich[2]) aufmerksam machen, dass nämlich in der Mundhöhle noch längere Zeit, nachdem dieselbe mit kalten Flüssigkeiten in Berührung gekommen ist, die Temperatur durch die directe Wirkung der Wärmeentziehung sich erniedrigt zeigt, so erscheint es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass, obwohl Virchow „während des Bades den Mund fast immer geschlossen hielt und durch die Nase athmete,“ dennoch „die Thermometer-Messungen im Munde kein genaues Maass der Körperwärme ergeben“, und dass namentlich die Verschiedenheit der von ihm in der Mundhöhle und der von mir in der Achselhöhle erhaltenen Resultate hauptsächlich auf der Verschiedenheit des Applicationsortes beruht. Völlige Sicherheit über diesen Gegenstand würde nur durch zahlreiche, unter möglichst verschiedenen Verhältnissen anzustellende vergleichende Untersuchungen über die Temperatur der geschlossenen Mundhöhle und der geschlossenen Achselhöhle zu erlangen sein. Vorläufig will ich wenigstens nicht die Möglichkeit bestreiten, dass längere Dauer des Bades und niedrigere Temperatur des Badewassers von noch grösserem

1) Als Temperatur vor der Einwirkung ist für jeden Versuch die höchste der vor dem Entkleiden gefundenen Zahlen genommen, oder, wenn diese nicht notirt waren, die höchste der nach dem Entkleiden vor der Einwirkung des Wassers beobachteten; als Temperatur nach der Einwirkung die niedrigste der in der ersten halben Stunde nach der Einwirkung des Wassers gefundenen Zahlen. Das auf diese Weise erhaltene „Mittel“ ist daher jedenfalls noch etwas zu gross.

2) Beobachtungen über die Gesetze des Ganges der Pulsfrequenz und Körperwärme u. s. w. Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Klasse. Dritter Band. Wien 1852.

Einflusse auf die nach dem Bade zu beobachtende Temperatur sein mögen, als die kräftigen Bewegungen im Seebade, durch welche „ein so erhebliches Moment der Regulation gegeben ist."

Virchow theilt (a. a. O. S. 78) Beobachtungen des Hrn. Dr. Albrecht mit, bei welchen die Temperaturbestimmung in der Achselhöhle angestellt wurde, und welche ebenfalls eine sehr bedeutende Erniedrigung der Temperatur nach dem Bade (im Mittel 1°,84) ergeben. Es wird angeführt, dass dieser Beobachter „das Thermometer jedesmal eine constante Zeit, nämlich 10 Minuten, liegen liess, und den Stand des Quecksilbers nach Ablauf dieser Zeit notirte." Diese Angaben genügen, um über den Werth der Beobachtungen zu entscheiden. Vorläufig erwähne ich nur, dass ich nach zahlreichen Versuchen die Annahme für unrichtig halten muss, dass die Zahlenwerthe, welche erhalten werden, wenn man bei zwei verschiedenen Beobachtungen dasselbe Thermometer während eines gleichen Zeitraumes in der Achselhöhle liegen lässt, immer untereinander vergleichbar seien; vielmehr ist eine solche Vergleichbarkeit nur dann mit Sicherheit vorauszusetzen, wenn dieser Zeitraum so gross ist, dass in jedem einzelnen Falle das Thermometer seinen höchsten Stand erreicht hat. Benutzt man Thermometer, die überhaupt zur Bestimmung der Temperatur der Achselhöhle brauchbar sind, so hängt die Zeit, welche erforderlich ist, bis die Quecksilbersäule ihren höchsten Stand erreicht, weit weniger ab von der Dicke des Glases, oder von der Quantität des in der Thermometerkugel enthaltenen Quecksilbers, oder endlich von der Temperatur, welche die Thermometerkugel vor dem Einlegen besass, als von dem Zustande der Haut der Achselhöhle, und zwar namentlich von der Temperatur und dem Blutreichthum, resp. der Geschwindigkeit der Blutcirculation in der Haut der Achselhöhle. Davon, dass ein jedes gutgearbeitete Thermometer sehr bald die Temperatur seiner Umgebung anzeigt, kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Kugel desselben in Wasser von beliebiger Temperatur eintaucht. In verhältnissmässig kurzer Zeit erreicht auch in der Achselhöhle das Thermometer seinen höchsten Stand, wenn man vor dem Einlegen desselben die Achselhöhle durch Andrücken des Oberarmes an den Thorax während längerer Zeit genau verschlossen gehalten hat; weit längere Zeit dagegen ist erforderlich, wenn die Achselhöhle vor dem Einlegen des Thermometers nicht geschlossen war, und namentlich, wenn durch Einwirkung kalter Luft oder kalten Wassers eine ungewöhnlich starke Abkühlung der Haut der Achselhöhle stattgefunden hat; noch langsamer endlich erreicht das Thermometer seinen höchsten Stand, wenn zugleich, wie z. B. im Stadium algidum der Cholera, die Blutcirculation in der Haut der Achselhöhle sehr langsam von Statten geht. Auch Letzteres konnte ich durch eigene Beobachtungen constatiren, und dieser oft zu wenig beachtete Umstand ist die Ursache davon, dass die meisten

der bei Cholerakranken in der Achselhöhle angestellten Temperaturmessungen durchaus keinen Schluss auf die im Inneren des Körpers bestehende Temperatur zulassen.[1]) Die Ursache des gewöhnlich lange dauernden Steigens des in die Achselhöhle eingelegten Thermometers ist also nicht darin zu suchen, dass etwa zur Ausgleichung der Temperatur der Haut mit der des Quecksilbers in der Thermometerkugel sehr lange Zeit erforderlich wäre, sondern hauptsächlich darin, dass beim Einlegen des Thermometers die Haut der Achselhöhle eine niedrigere Temperatur besitzt, als diejenige, welche sie nach der Umwandlung in eine geschlossene Höhle allmählig annimmt. Wenn man daher nach einem kalten Bade, während dessen die Haut der Achselhöhle in hohem Grade abgekühlt wurde, das Thermometer nur 10 Minuten lang liegen lässt, so ist ceteris paribus mit Sicherheit vorauszusetzen, dass nach Ablauf dieser Zeit die Angabe des Thermometers viel weiter von dem der geschlossenen Achselhöhle entsprechenden Temperaturgrade entfernt wird, als wenn eine ungewöhnlich starke Abkühlung der Achselhöhle nicht stattgefunden hätte. — Der niedrigste von Hrn. Dr. Albrecht nach dem Bade beobachtete Thermometerstand betrug 34°,5, ist also immer noch um 0°,5 höher, als der niedrigste von Virchow in der Mundhöhle beobachtete Temperaturgrad. Unter Berücksichtigung der eben auseinandergesetzten Verhältnisse zeigen sich die Schlüsse, welche diese Beobachtungen zulassen, nicht mehr im Widerspruch mit dem von mir Beobachteten. Wir vermissen aber dann freilich die von Virchow hervorgehobene, „unter solchen Verhältnissen überraschende“ Uebereinstimmung mit den von ihm selbst erhaltenen Resultaten.

Es sind unter den an Menschen angestellten Untersuchungen noch die oben erwähnten Versuche von Currie zu besprechen. Dieser Beobachter untersuchte die Temperatur der Mundhöhle eines Menschen, welcher 1 bis 3 Viertelstunden lang in ein mit Wasser von sehr niedriger Temperatur gefülltes Gefäss eingetaucht war, vor und während dieses Bades, und fand während der Dauer des Bades Temperaturgrade, welche zum Theil noch niedriger sind, als die von Virchow nach dem kalten Bade beobachteten. — Was Currie (Bd. I. S. 33) über seine Methode der Temperaturbestimmung angiebt, bietet nicht die nöthige Garantie dafür, dass bei seinen Beobachtungen wirklich die der geschlossenen Mundhöhle entsprechende Temperatur gefunden worden sei, und reicht nicht aus, um den Verdacht zu widerlegen, dass die notirten Angaben des Thermometers häufig viel zu niedrig seien; ein solcher Verdacht wird vielmehr einigermassen bestätigt durch die Bemerkung desselben Beob-

[1]) Vgl. auch die Anmerkung von Griesinger: Infectionskrankheiten in Virchow's specieller Pathol. und Therap. Erlangen 1857. S. 336.

achters (Bd. I. S. 175), dass er nämlich im Froststadium von Fieberanfällen die Temperatur unter der Zunge und in der Achselhöhle = 92°, 93°, 94° Fahrenheit (= 33°, 3—34°,4 C.) gefunden habe. Da ausserdem, weil die Temperaturbestimmungen in der Mundhöhle angestellt wurden, von denselben alles Das gilt, was über die Beobachtungen von Virchow angegeben wurde, so erscheint der Mangel an Uebereinstimmung zwischen den Resultaten von Currie und den von mir erhaltenen zum grössten Theil erklärt.

Endlich habe ich noch die Versuche zu besprechen, welche an Thieren angestellt worden sind; ich übergehe vorläufig alle diejenigen Versuche als mit den meinigen nicht vergleichbar, bei welchen durch excessive Wärmeentziehungen Wirkungen erzielt wurden, welche ausserhalb der physiologischen Grenzen liegen. Es sind daher nur die Versuche von F. Hoppe[1]) zu erwähnen, deren Resultate zum Theil sehr wohl mit dem von mir Beobachteten übereinstimmen, zum Theil aber damit im Widerspruch zu stehen scheinen. Hoppe bestimmte die Temperatur der zu den Versuchen dienenden Hunde durch Einführung des Thermometers in das Rectum; und dieser Applicationsort ist ohne Zweifel noch besser geeignet, über die im Inneren des Körpers bestehende Temperatur Aufschluss zu geben, als die geschlossene Achselhöhle. Hoppe fand, wenn er Hunde in kaltes Wasser eintauchte, in allen Versuchen übereinstimmend, dass nach der Eintauchung ein Sinken der Temperatur im Rectum eingetreten war. Dieses Sinken betrug in 4 Versuchen, bei welchen der Hund jedesmal eine halbe Minute lang in Wasser von 9°—12° eingetaucht wurde, 0°,7 bis 1°,0. In anderen Versuchen, bei welchen noch stärkere Wärmeentziehungen angewandt wurden, war das beobachtete Sinken der Temperatur noch bedeutender; bei einem Hunde z. B. von 3 Kgr. Körpergewicht, dessen Temperatur im Rectum vor der Eintauchung = 38°,93 gefunden wurde, betrug nach einer 4½ Minute lang fortgesetzten Eintauchung in Eiswasser die Temperatur im Rectum 34°,10 und sank nachträglich noch auf 32°,80. Aehnliche Resultate wurden bei den anderen Versuchen erhalten. In keinem Versuche wurde, wie es scheint, während der Dauer der Eintauchung eine Temperaturbestimmung gemacht.

Diese Ergebnisse weichen von den von mir erhaltenen wesentlich ab. Es ist aber wohl kaum zu bezweifeln, dass Eintauchungen in Eiswasser, welche mehrere Minuten lang fortgesetzt werden, für Hunde schon in die Reihe der excessiven Wärmeentziehungen fallen, deren Wirkungen einen Vergleich mit der Wirkung der von mir angewandten Wärmeentziehungen nicht mehr zulassen. Dass bei einem kleinen Hunde eine Eintauchung in Eiswasser, welche mehrere Minuten lang

1) A. a. O.

fortgesetzt wird, schon excessive Wirkungen hervorbringen kann, während bei einem Menschen die Wirkung einer Eintauchung von gleicher Dauer wahrscheinlich noch innerhalb der physiologischen Grenzen liegen würde, ist leicht verständlich, wenn wir berücksichtigen, dass ein Hund von 3 Kgr. Körpergewicht im Verhältnisse zum Volumen seines Körpers eine viel grössere Körperoberfläche besitzt, als ein Mensch von 51 oder 62 Kgr. Körpergewicht; dass daher Einwirkungen, welche den grössten Theil der Oberfläche treffen, bei sonst gleicher Intensität und gleicher Dauer auf einen solchen Hund verhältnissmässig viel stärker einwirken, als auf einen Menschen. Auch bei der Beurtheilung der nach der Eintauchung in Wasser von 9°—12° erhaltenen Resultate sind diese Verhältnisse zu berücksichtigen; doch hängt vielleicht ein Theil der Differenz von einer durch die Eintauchung bewirkten Veränderung in den Verhältnissen der Circulation ab, die im folgenden Artikel näher erörtert werden soll.

Andere Versuche von Hoppe bieten eine werthvolle Bestätigung und Erweiterung der von mir erhaltenen Resultate dar. Wenn er, nachdem er einen Hund in kaltes Wasser eingetaucht und dadurch die Temperatur im Rectum zum Sinken gebracht hatte, diesen Hund mit nassem Pelze der Luft aussetzte, so wurde trotz der noch immer fortbestehenden Steigerung des Wärmeverlustes, welche die Verdunstung des Wassers auf der Körperoberfläche bewirken musste, in allen Fällen ein Steigen der Temperatur des Rectum beobachtet. Gewöhnlich überstieg die Temperatur, so lange der Pelz noch nass war, den vor der Eintauchung beobachteten Grad; sie sank aber wieder, sobald der Pelz trocken geworden war. Wurde nach dem Eintauchen der Hund in Kautschukdecken eingewickelt und auf diese Weise die Verdunstung des Wassers beschränkt, so sank die Temperatur im Rectum sehr bedeutend, stieg aber wieder, sobald der Hund aus der Einwicklung befreit und die lebhafte Verdunstung des Wassers auf der Körperoberfläche wieder eingeleitet war.

Diese letzteren Versuche von Hoppe liefern den Beweis, dass in ähnlicher Weise, wie ich es bei Menschen gefunden habe, auch bei Hunden eine Steigerung des Wärmeverlustes auf der Körperoberfläche, deren Intensität gewisse, noch nicht genau bestimmte Grenzen nicht überschreitet, niemals ein Sinken, häufig ein Steigen der Temperatur innerer Theile zur Folge habe.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mittheilungen.

Ueber das Porret'sche Phänomen am Muskel.

Von Dr. W. Kühne.

Wenn man einen dünnen Muskel mit parallelen Fasern über die Elektroden einer constanten Kette legt, so sieht man nach der ersten Schliessungszuckung sofort eine äusserst heftige Bewegung in der Richtung vom positiven Pole nach dem negativen eintreten. Eine dicht gedrängte Reihe wellenartiger Erhebungen fluthet während der Dauer des Stromes in allen Fasern nach dem negativen Pole, wobei die Muskelprimitivbündel am positiven Pole an Volumen ab, auf der anderen Elektrode zunehmen. Nach Oeffnung der Kette fällt die Muskelmasse plötzlich zur positiven Elektrode zurück. Wird der Strom während der Dauer jener Bewegung plötzlich umgelegt, so ändert dieselbe eben so plötzlich ihre Richtung. Bleibt die Kette einige Zeit geschlossen, so hört sie allmählig auf, und nur beim Oeffnen tritt eine ruckartige Rückbewegung ein. Erneuertes Schliessen lässt die Erscheinung dann immer unvollkommener erkennen. Zur Zeit, wo überhaupt auch keine Schliessungszuckung mehr stattfindet, gewahrt das unbewaffnete Auge während der Dauer des Stromes nichts mehr von dem, was in dem Muskel vorgeht. Man sieht nur, dass die Fasern bei längerem Geschlossenbleiben der Kette am negativen Pole allmählig anschwellen. Wird dann wieder geöffnet, so markirt sich die Rückwärtsbewegung wieder als Oeffnungszuckung, die in diesem Stadium aber nur eintritt, wenn die Kette so lange geschlossen blieb, dass eine hinreichende Menge der contractilen Substanz an den negativen Pol befördert werden konnte. Tritt auch unter diesen Umständen keine Bewegung beim Oeffnen mehr ein, so können die letzten Rückbewegungen noch bewirkt werden durch Umlegen des Stromes (Schliessung in entgegengesetzter Richtung). Zuletzt erreichen aber auch diese letzten Spuren ihr Ziel, indem die contractile Substanz am positiven Pole gerinnt, und am negativen eine starke Aetzung Platz greift.

Der Zusammenhang dieser Erscheinungen mit den von Porret entdeckten Bewegungen von Flüssigkeiten durch galvanische Ströme, ist augenscheinlich, ebenso wie ihre tiefe innere Beziehung zu dem, was wir Zuckung auf elektrischen Reiz nennen, wobei ich zunächst nur an die von Heidenhain beobachtete Wiedererweckung der Erregbarkeit der Muskeln durch starke constante Ströme erinnere.

Ich sehe voraus, erst nach einiger Zeit ausführlichere Mittheilung hierüber liefern zu können, namentlich über analoge Vorgänge im Nerven,[1]) im Anschlusse an die bekannten Modificationen der Erregbarkeit, und die Wirkung constanter Ströme überhaupt. Der Umstand, dass augenblicklich von so vielen Seiten der Einfluss constanter Ströme auf Nerven und Muskeln untersucht wird, mag dieser vorläufigen Notiz zur Rechtfertigung dienen. — Paris, im März 1860.

Ueber das Photographiren von Myographioncurven.

(Briefliche Mittheilung an Herrn E. du Bois-Reymond, von Prof. Heidenhain in Breslau.)

Heute hat mir Herr Funke eine aus den Berichten der Leipziger

---

1) Ich benutze diese Gelegenheit, um zu bemerken, dass, wenn eine Fortführung des Nerveninhaltes durch den Strom nachgewiesen würde, man nach der Quincke-schen Entdeckung darauf eine Erklärung des Stromzuwachses im Elektrotonus gründen könnte. E. d. B.-R.

Gesellschaft abgedruckte Mittheilung über die photographische Vervielfältigung der Myographioncurven zugeschickt, zu welcher ich Ihnen einige brauchbare Zusätze zu machen im Stande bin. Ich habe bereits vor [illegible] Jahren in Halle die Photographie zur Erhaltung der in Russ gezeichneten Bilder angewandt, wobei ich mich in Bezug auf die photographische Technik des Rathes des Herrn G. Wislicenus, jetzigen Privatdocenten der Chemie in Zürich, erfreute. Ich wende, wie Funke, zur Bereitung des empfindlichen Papieres salpetersaures Silberoxyd, zur Fixirung der Bilder unterschwefligsaures Natron an. Allein mein Verfahren zeichnet sich vor dem des Herrn Funke dadurch aus, dass es mir auf den ersten Griff geglückt ist, ein Mittel zur Fixirung der Russbilder auf dem Glase zu finden und dann die Glasplatte beliebig oft zur Herstellung von Photographien verwenden zu können, wonach Funke vergeblich gesucht hat. Dieses Mittel besteht in dem Uebergiessen der mit der Russzeichnung versehenen Seite der Glasplatte mit sehr dünnem Collodium. Das gewöhnliche Collodium der Apotheken ist zu consistent. Ich verdünne dasselbe so lange durch Aether, bis es ganz dünnflüssig wird, und überfluthe dann die unter einem Winkel von 30—35° geneigt gehaltene Glasplatte, deren Russseite natürlich nach oben gekehrt ist, von ihrem oberen Rande aus mit der Flüssigkeit. Diese läuft die schiefe Ebene hinab, ohne eine Spur des Russes mit sich zu nehmen, und tropft von dem unteren Rande wieder ab. Was von der Flüssigkeit durch den Russ zurückgehalten wird, genügt, um mit diesem, nach dem Verdampfen des Aethers, ein gegen äussere Angriffe hinreichend resistentes Häutchen auf dem Glase zu bilden. In diesem Zustande kann man die Glasplatte beliebig lange aufbewahren, und mit Hülfe derselben beliebig viele photographische Bilder anfertigen, wobei man die Russseite des Glases auf das empfindliche Papier legt, ohne dass die Russzeichnung dadurch litte. Ich habe mir einen Rahmen, ähnlich dem der Photographen, anfertigen lassen, in welchem ich drei meiner Glasplatten gleichzeitig zur Photographie aufstellen kann. Wem daran liegt, statt der verkehrten photographischen Bilder ein richtiges zu haben, der braucht nur das Papier, auf welchem die Curven durch unterschwefligsaures Natron fixirt sind, dadurch durchsichtig zu machen, dass er dasselbe einige Zeit in geschmolzenes chinesisches Wachs taucht und dann zwischen Fliesspapier bügelt. Die von der Hinterseite des Papieres aus gesehenen Curven erscheinen dann natürlich in der richtigen Lage.

Ich darf noch hinzufügen, dass die Deutlichkeit der auf diese Weise erhaltenen Bilder gar Nichts zu wünschen übrig lässt. Ich hoffe, in späteren Arbeiten eine Reihe derartig aufbewahrter Bilder vorlegen zu können. Breslau, den 4. April 1860.

Ueber die angeblichen Nervenfaser-Endplexus im Stratum nerveum der Darmschleimhaut.

Briefliche Mittheilung an Hrn. Reichert von H. Hoyer in Warschau.

Schliesslich habe ich Ihnen noch eine Mittheilung zu machen über die sogenannten Billroth'schen Nerven-Endplexus im Darm. Noch während meines Aufenthaltes in Breslau hatte Hr. Prof. Heidenhain die Freundlichkeit, mir ein bezügliches von Billroth selbst angefertigtes Präparat zu zeigen, in welchem ich schon damals die scheinbaren anastomosirenden Nervennetze als Kunstproducte bezeichnete. Im Verfolg meiner Arbeiten über die Nervenendigungen im Allgemeinen

habe ich meine Aufmerksamkeit auch dem Darmcanale zugewandt. Ich liess Darmstücke vom Kinde in Essigsäure quellen und erhärtete dieselben alsdann durch Einlegen in verdünnte Chromsäurelösung. Ich mochte nun durch die Submucosa Schnitte machen, in welcher Richtung ich nur wollte, so erhielt ich die schönsten scheinbaren Plexus, wie Billroth sie beschreibt, mit Anschwellungen an den Knotenpunkten und in diesen Anschwellungen zahlreiche kernartige Gebilde. Es ist jedoch sehr leicht, sich zu überzeugen, dass jene scheinbaren Nervenfaserplexus aus künstlich veränderten Gefässcapillaren bestehen, die sich sehr stark zusammengezogen haben und mit geronnenem Blutplasma gefüllt sind, während die Blutkörperchen sich an jene Knotenpunkte zurückgezogen und daselbst angehäuft haben. Der Zusammenhang der veränderten Capillaren mit den feinsten Gefässen lässt sich ohne Schwierigkeit nachweisen. Die feinsten Gefässe selbst unterliegen solchen Veränderungen viel weniger als die Capillaren, wahrscheinlich wegen der besonderen Structur der Wandungen, und durch diesen Gegensatz kann man sich wohl verleiten lassen, die Capillaren den grauen Nervenfasern zuzuzählen. Ich beabsichtige, den Gegenstand einer weiteren Untersuchung zu würdigen, namentlich injicirte Darmstücke derselben Behandlung zu unterwerfen, um jene missglückten Beobachtungen mit allen Mitteln der Wissenschaft aus dem Felde zu schlagen. Sollten in der That wirkliche Nervengeflechte im Darm existiren, so müssten sich dieselben in ganz anderer Weise manifestiren, als wie es Billroth beschreibt.

Zusatz zur vorstehenden Mittheilung.

Von Reichert.

Herr Hoyer hat mir obige Beobachtung zu einer Zeit zugeschickt, als ihm meine Beobachtung über den betreffenden Gegenstand noch unbekannt geblieben war. Da ich die Billroth'schen Nervenfaser-Endplexus mit eingeschalteten einfachen Ganglienzellen injicirt habe, und auch darüber kein Zweifel sein kann, was Billroth in seinen überall verbreiteten Präparaten für Nervenfaser und Ganglienzelle gehalten hat, so ist die Angelegenheit meines Erachtens vollständig abgemacht. Gleichwohl hat sie neuerdings eine ganz eigenthümliche Wendung genommen, die auch in meiner Abhandlung bereits vorgesehen war. W. Manz verfolgte den Verlauf des N. sympathicus in der Darmwand und hat hier, wie es bereits von anderen Organen und auch vom Darmcanal durch Meissner bekannt ist, im Parenchym derselben, namentlich in der Tunica nervea, eine ziemlich grosse Zahl unregelmässig zerstreut liegender Ganglien im sympathischen Nervengeflecht vorgefunden (Ueber die Ganglien und Nerven des Darms. Aus den Verhandl. der naturf. Ges. zu Freiburg 1859. S. 68 ff.). Es liegt zu Tage, dass man dieses Nervengeflecht und seine Ganglien nicht mit den angeblichen Billroth'schen Nervenfaserplexus und seinen einfachen intercurrenten Ganglienzellen verwechseln darf. Dennoch geschieht es, und wo es nicht recht passt, da müssen nicht gekannte, fötale Zustände das zu retten suchen, was nicht zu halten ist. Auch Manz hat leider in Fig. IV. seiner Abhandlung ein Ganglion aus dem Darm eines 2 Tage alten Kindes gezeichnet, das man auf den ersten Blick für ein Blutgefäss, theilweise mit Blutgerinnsel erfüllt, wiedererkennt.

Beiträge zur Kenntniss vom Bau des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis L.*

Von

Prof. Dr. E. Reissner in Dorpat.

(Hierzu Taf. XIV. und XV.)

Längere Zeit hindurch mit Untersuchungen über die Structur der Centraltheile des Nervensystems der Wirbelthiere beschäftigt, entschloss ich mich endlich auch das Rückenmark des Neunaugen vorzunehmen, von dem Owsiannikow so sehr die Deutlichkeit gerühmt hatte, mit der das Verhalten der Spinalnervenwurzeln und der longitudinalen Fasern zu den Nervenzellen und der letzteren zu einander sich zeigen sollte.[1]) In den folgenden Blättern beabsichtige ich dasjenige mitzutheilen, was ich hierüber zu beobachten vermochte; ich kann jedoch nicht unterlassen, die Bemerkung vorauszuschicken, dass meine Mittheilungen nicht den Anspruch machen, überall die mögliche Grenze der Beobachtung erreicht zu haben, vielmehr müssen gegenwärtig noch manche Lücken übrig bleiben, welche von anderen Forschern oder auch von mir unter günstigeren Verhältnissen vielleicht schon in der nächsten Zukunft werden ausgefüllt werden. Dass ich dessen ungeachtet meine Untersuchungen, so weit sie eben gediehen sind, der Oeffentlichkeit übergebe, wird darin seine Erklärung finden, dass ich sie zum Theil als vollkommen zuverlässig ansehe, zum Theil nicht weiter fortsetzen mag, weil ich bei anderen Thieren günstigere Umstände zur Lösung allgemeiner Fragen zu finden hoffe, und weil es hier am Orte mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, frische Neunaugen zu erhalten.

1) Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura, imprimis in piscibus factitatae. Dorpati Livonorum, 1854. pag. 16 et 19.

Die von der gewöhnlichen höchst auffallend abweichende bandartige Gestalt des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis L.* findet sich nach J. Müller[1]) bei allen Cyclostomen wieder, und ist durch frühere Arbeiten, namentlich aber durch die Abbildungen von Querschnitten, welche Owsiannikow[2]) und Stilling[3]) geliefert haben, hinreichend bekannt. Die untere Fläche des Rückenmarkes bildet in longitudinaler Richtung eine flache mediane Furche, welche gegen das Gehirn hin völlig verschwindet und in ihrem Grunde nirgends eine Spur einer Fissur erkennen lässt. Entsprechend dieser Furche erhebt sich die obere Fläche in der Mitte am meisten und ermangelt ebenfalls einer Fissur. Owsiannikow spricht bei der Beschreibung von Querschnitten des Rückenmarkes von *Petromyzon* sowohl von einer „Fissura posterior“, als auch von einer „Fissura anterior“; [4]) beide existiren aber in der That nicht, wie sich in der Folge ergeben wird. — Nach aussen nimmt das Rückenmark allmählig an Dicke ab und bildet endlich jederseits eine abgerundete Kante. Gegen das Gehirn hin wird es schmäler und dicker und nähert sich somit der cylindrischen Form, welche bei den übrigen Wirbelthieren mehr oder weniger vorherrscht. Gegen das Schwanzende nimmt es sowohl an Breite, als auch an Dicke ab, scheint jedoch kein eigentliches Filum terminale und keine Cauda equina zu besitzen, da es wenigstens noch einige Linien vor dem äussersten Schwanzende im Wesentlichen dieselbe Gestalt, wie etwa in der Mitte seiner Länge, und nur verminderte Dimensionen darbietet.

Als Umhüllung des Rückenmarkes findet sich eine derbe, ziemlich steife, leicht glänzende Haut, die ich für die Pia mater ansehen muss. Sie besteht aus der Länge nach parallel

---

1) Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandlungen der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1838. Berlin 1839. S. 176.

2) A. a. O. Tab. III. Fig. 6.

3) Atlas mikroskopisch-anatomischer Abbildungen zu den neuen Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Vierte Lieferung. Cassel 1859. Taf. 28. Fig. 37. 39.

4) A. a. O. Seite 20.

verlaufenden Bindegewebssträngen, zwischen denen hin und wieder, bald reichlicher, bald spärlicher, meist spindelförmige, bisweilen dreieckige, kleine Zellen mit runden oder länglichrunden, granulirten Kernen, in denen nicht selten ein Pünktchen wie ein Kernkörperchen schärfer hervortritt, liegen. Von diesen Zellen laufen einfache oder sich theilende Fortsätze aus, welche bisweilen, von benachbarten Zellen kommend, mit einander in Verbindung treten (Fig. 12.). — Blutgefässe, die auch noch an Chromsäurepräparaten oft mit einer oder mehreren Reihen von Blutkörperchen gefüllt angetroffen werden, verbreiten sich in reichlichster Menge, namentlich an der inneren, dem Rückenmark zugewandten Fläche der Pia mater; unter ihnen finden sich nicht selten solche, deren Durchmesser viel geringer als der der Blutkörperchen ist. Sie bestehen zum grossen Theil blos aus einer structurlosen Membran, an deren innerer Fläche länglichrunde oder spindelförmige Kerne liegen; oft haften auch äusserlich der Membran solche Kerne oder Zellen von der oben angegebenen Beschaffenheit an (Fig. 13). — An der Pia mater bemerkte ich zuweilen undeutliche, kreisförmige Conturen, welche vielleicht Reste eines Epithels darstellten.

Die D u r a m a t e r lässt sich als zusammenhängende Haut von den Wandungen des Rückgratcanales abziehen und ist oben und an den Seiten durch einen weiten Zwischenraum, welcher der Dicke des Rückenmarkes ziemlich gleichkommt, von der Pia mater entfernt, hängt dagegen unten an manchen Stellen mit ihr zusammen. Der Zwischenraum zwischen der Pia mater und Dura mater wird von einem lockeren Gewebe ausgefüllt, das zum grössten Theil aus kugelförmigen oder durch gegenseitige Berührung polyedrischen Zellen besteht. Die Zellen haben nach meinen Messungen einen Durchmesser von 0,014''' bis 0,033''' und einen namentlich nach Zusatz von Kalilösung deutlich hervortretenden Kern, vielleicht auch ein Kernkörperchen. An der inneren Fläche der Zellenmembranen sitzen meist zahlreiche Tropfen fettiger Beschaffenheit, welche durch Behandlung mit Kali zum Theil schwinden und wahrscheinlich erst bei der Einwirkung der Chromsäure sich aus dem Zelleninhalte ausgeschieden haben (Fig. 14). — Zwischen diesen

Zellen finden sich hin und wieder eine geringe Menge einer streifigen Grundsubstanz in der Form schmaler Bänder und kleine spindelförmige oder dreieckige Zellen von ganz derselben Beschaffenheit, wie solche von den Zellen der Pia mater angegeben wurde. Stannius beschreibt die eben erwähnte Substanz, welche er „eine grauliche, weiche, sulzige Masse“ nennt, mit folgenden Worten: „In einer zähen, formlosen Grundmasse finden sich grosse blasse Kugeln von $^1/_{30}$—$^1/_{70}$''' Durchmesser. Sie sind sehr scharf conturirt, kugelrund oder elliptisch, sehr elastisch, matt weiss. Sie enthalten bald einen grossen Kern mit Kernkörper, bald feinkörnige, gelb oder schwarz pigmentirte Substanz oder grössere Tropfen, wie Oeltropfen aussehend. In der Grundmasse entwickeln sich in spindelförmige Fasern ausgezogene körnchenhaltige Kerne.[1])

An den Stellen, an welchen die Spinalnerven aus den Oeffnungen des Rückgratcanales, die den Foramina intervertebralia entsprechen, hervorkommen und zum Rückenmark treten, werden Canäle zu ihrer Aufnahme gebildet, indem die Dura mater sich bis zur Pia mater einstülpt und mit ihr verwachsen ist. Durch diese Canäle verlaufen die Fasern der oberen („hinteren“) und unteren („vorderen“) Wurzeln zu einem Bündel vereinigt bis zum äussersten Rande des Rückenmarkes, weichen dann als obere und untere Wurzelbündel, in denen die Fasern gleichzeitig nach vorn und hinten divergiren, auseinander. Sie liegen nun hart auf der Pia mater auf bis zu den Stellen, an welchen sie, die Pia mater durchbohrend, direct in's Rückenmark eintreten. Dieses Verhalten der Spinalnervenwurzeln, welche immer sehr fein sind und an der Eintrittsstelle in das Rückenmark aus einer einfachen Schicht neben einander liegender Fasern zu bestehen scheinen, erklärt wohl unter Berücksichtigung der Steifheit der Pia mater zur Genüge die Schwierigkeit, das Rückenmark von *Petromyzon* so zu isoliren, dass demselben noch die Spinalnerven anhangen. Löst man die Pia mater nicht ab, so gelangt man leichter dazu, jedoch bleiben

1) Handbuch der Zootomie. Zweiter Theil. Die Wirbelthiere. Zweite Auflage. Erstes Heft: Zootomie der Fische. Berlin, 1854. S. 126.

auch dann die Spinalnerven oft in den Durchtrittsöffnungen des Rückgratcanales zurück.

Bei der Untersuchung von Querschnitten des erhärteten[1]) Rückenmarkes sieht man, dass die Begrenzung der grauen Masse einigermassen dem Umfange des ganzen Rückenmarkes entspricht und von sog. vorderen und hinteren Hörnern, wie solche bei höheren Wirbelthieren gewöhnlich vorkommen, hier Nichts existirt. Die graue Masse bildet vielmehr einen quer verlaufenden, in der Mitte geknickten Streifen, der ungefähr gleichweit vom oberen und vom unteren Rande, oder genauer weniger weit vom letzteren entfernt ist und nach aussen hin lange die seitlichen Ränder des Rückenmarks nicht erreicht. In der Mitte des Querschnitts erscheint dieser Streif der grauen Masse von ziemlich beträchtlicher Breite, nach aussen verschmälert er sich alsbald bedeutend und nimmt darauf allmählig wieder eine grössere Breite an, um endlich abgerundet oder etwas zugespitzt ungefähr zwischen dem zweiten und letzten Drittel einer Hälfte zu enden. Von der verdickten Mitte des Streifes erstreckt sich eine allmählig breiter werdende Fortsetzung der grauen Masse bis zum unteren Rande des Schnittes herab (Fig. 1 u.). Nach Owsiannikow's Abbildung[2]) sollte man meinen, dass die graue Masse unmittelbar neben der Mitte am breitesten sei und dann nach aussen hin allmählig abnehme; ich kann hierin Owsiannikow eben so wenig beistimmen, wie darin, dass die innere Gruppe von sog. Müller'schen Fasern rings von grauer Masse umschlossen werde. Am deutlichsten zeigt sich die Abgrenzung der grauen Masse gegen die weisse, wie ich sie geschildert habe, im Schwanztheil des Rückenmarkes, in welchem die Müller'schen Fasern wenig oder gar nicht von den umgebenden Fasern an Durchmesser abweichen; die von der Mitte der grauen Masse ausgehende

1) Ueber die von mir befolgte Untersuchungsmethode werde ich an einem anderen Orte Ausführlicheres mittheilen; hier genüge die Bemerkung, dass sie eine Combination der von Hannover, Clarke und Gerlach gemachten Angaben ist.

2) A. a. O. Tab. III. Fig. VI.

Fortsetzung zur unteren Fläche des Rückenmarkes hat hier eine beträchtliche Breite. In dieser Fortsetzung der grauen Masse finde ich weder am Schwanztheil des Rückenmarkes, noch an anderen Stellen desselben irgend eine Andeutung einer Spalte (Fissura inferior s. anterior), vielmehr hängt dieselbe mit der umgebenden weissen Masse eben so innig zusammen, als die beiden Bestandtheile des Rückenmarkes überhaupt mit einander verbunden sind. Nach der entgegengesetzten Richtung sieht man häufig von der Mitte der grauen Masse einen feinen Streifen gerade zum oberen Rande des Schnittes verlaufen, gleichsam als wäre hier das Rückenmark durch eine senkrechte Scheidewand unter der Gestalt einer feinen Lamelle in zwei Hälften geschieden (Fig. 1 l.). Allein eine derartige, von vorn nach hinten sich erstreckende Scheidewand kann nicht vorhanden sein, da man kaum seltener Querschnitte zu beobachten Gelegenheit hat, in denen jede Spur eines solchen Streifen vermisst wird. Ich sehe daher keinen anderen Ausweg, als anzunehmen, dass eine Abgrenzung zwischen den beiden Hälften des Rückenmarkes über dem Centralcanal bloss dadurch zu Stande komme, dass von der grauen Masse, welche den Centralcanal umgiebt, einzelne Bindegewebsfasern oder Bündel senkrecht zur oberen Fläche des Rückenmarkes aufsteigen. Diese Annahme wird ausser Zweifel gesetzt durch die Beobachtung, dass an horizontalen Längsschnitten sich eine entsprechende Reihe grosser Punkte zeigt und an verticalen Längsschnitten, welche den Centralcanal enthalten, ganz besonders zahlreiche fadenförmige Ausläufer oder Fasern wahrgenommen werden, welche von der grauen Masse und vielleicht von den hier reichlich vorhandenen Bindegewebszellen ausgehen. Aber diese Ausläufer gehen von der grauen Masse sowohl nach oben, als auch nach unten, obgleich unterhalb des Centralcanales an Querschnitten ein solcher einfacher, halbirender Streif in der Regel nicht wahrgenommen wird. Dagegen ist zuzugeben, dass in der unterhalb des Centralcanales liegenden grauen Masse eine mehr oder weniger senkrecht absteigende Streifung, welche wenigstens zum Theil auf jene Ausläufer bezogen werden dürfte, deutlich wahrgenommen werden kann; bisweilen sieht man auch

von dem Epithel ausgehend einen oder selbst zwei bald sich verschmälernde Streifen, welche mit dem über dem Centralcanal befindlichen identisch zu sein scheinen. Einen Zusammenhang dieses letzten Streifens oder der Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes mit der Pia mater habe ich nie entdecken können. Wenn man auf einen Querschnitt, welcher den oberen Streifen mit genügender Deutlichkeit erkennen lässt, einen Druck ausübt, so ereignet es sich nicht selten, dass hin und wieder Lücken zwischen dem Streifen und der angrenzenden weissen Masse auftreten, jedoch habe ich sie nie zu einer zusammenhängenden, bis zur oberen Fläche des Rückenmarkes reichenden Spalte sich erweitern sehen und kann überhaupt hierin noch keinen Grund zur Annahme einer Fissura longitudinalis superior s. posterior finden, da Spalten hier nur künstlich hervorgebracht werden können.

Den Centralcanal finde ich im mittleren Theil des Rückenmarkes von länglichrundem oder eiförmigem Umfange (Fig. 1 a.); im letzteren Fall ist das spitze Ende nach oben, das stumpfe nach unten gekehrt. Am hinteren und am vorderen Ende des Rückenmarkes erscheint der Centralcanal kreisförmig. In den mittleren Theilen des Rückenmarkes bestimmte ich seinen grösseren Durchmesser zu 0,0076'''—0,0104''', seinen kleineren zu 0,003'''—0,0061'''; Owsiannikow giebt als Durchmesser des Centralcanales mit der Epithelialschicht überhaupt 0,0075''', ohne diese 0,0037''' an,[1]) Stilling sagt, indem er sich auf das höchste, von Owsiannikow mitgetheilte Maass bezieht, dass er den Canal auch grösser, bis zu 0,0086''' fand.[2]) — Der Centralcanal, rings von grauer Masse umgeben, liegt an den meisten Stellen der unteren Fläche des Rückenmarks näher als der oberen und nähert sich blos gegen das Gehirn hin der letzteren mehr. — Die Epithelialzellen, welche den Centralcanal umgeben, sind abgestumpfte Kegel und wenden ihre schmalen Enden nach innen, die breiten nach aussen; erstere bilden in ihrer normalen Länge einen zusammenhängen-

1) A. a. O. Seite 20.

2) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859 Seite 27.

den inneren scharfen Saum, letztere enthalten einen runden, fein granulirten Kern.

Innerhalb des Centralcanales fand ich sehr häufig einen im Querschnitt kreisförmig begrenzt erscheinenden Strang, der, 0,0015''' im Durchmesser haltend, einem Achsencylinder sehr ähnlich aussieht und höchstens etwas stärker lichtbrechend ist (Fig. 1 b.). Da dieser Strang, wenn ich ihn überhaupt zu Gesicht bekam, stets von derselben Gestalt war, und nicht einmal jene Formverschiedenheiten darbot, welche die Axencylinder an Chromsäurepräparaten so häufig zeigen, kann ich nicht annehmen, dass er gleichbedeutend sei mit den unregelmässigen Massen, welche den Centralcanal bisweilen vollständig oder zum Theil erfüllen und im Rückenmark anderer Thiere oder des Menschen von mehreren Forschern erwähnt worden sind. Stilling erklärt einen derartigen Inhalt des Centralcanales für abgestossene Epithelialzellen oder Blutkörpercken,[1]) Bidder und Kupffer für geronnenes Eiweiss der Cerebrospinalflüssigkeit.[2]) Wenngleich ich gern zugebe, dass diese Substanzen alle dazu beitragen können, den Centralcanal auszufüllen, so muss ich doch die Betheiligung der Epithelialzellen und Blutkörperchen an der Zusammensetzung des von mir erwähnten Stranges auf das Bestimmteste in Abrede stellen. Sollte der Strang weiter nichts sein als ein Gerinnungsproduct der Cerebrospinalflüssigkeit, so würde die regelmässige, constante Gestalt höchst auffallend erscheinen, wenngleich sie in reducirtem Massstabe dem Lumen des Centralcanales einigermassen entspricht; auch müsste man dann annehmen, dass die chemische Beschaffenheit der Cerebrospinalflüssigkeit gleich oder sehr nahe verwandt wäre der Substanz, welche die Axencylinder bildet. Man könnte gegen den Strang als einen präformirten einwenden, dass er an Querschnitten nicht immer wahrzunehmen sei; wenn man aber bedenkt, dass der Strang einen viel geringeren Durchmesser besitzt, als der Centralcanal und ganz frei in demselben liegt, wird man einräumen müssen, dass er bei der

---

1) A. a. O. S. 19.

2) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und die Entwickelung seiner Formelemente. Leipzig 1857. S. 42.

Anfertigung sehr dünner Querschnitte leicht verloren gehen könne, wie denn auch, wenigstens am Rückenmark von *Petromyzon*, in querdurchschnittenen Nervenfasern der Axencylinder bisweilen vermisst wird und man in einem solchen Fall annehmen muss, dass er beim Schneiden herausgefallen sei. — Um über diesen Strang, auf den ich weiter unten wieder zurückkommen werde, zu einem Abschluss zu gelangen, würde es ohne Zweifel sehr förderlich sein, wenn man wüsste, wo und wie er anfängt und endigt; allein hierüber weiss ich weiter nichts mitzutheilen, als dass ich ihn sowohl in der Mitte des Rückenmarkes, als auch in den vorderen und hinteren Theilen immer von demselben Ansehen vorgefunden habe.

Die graue Masse besteht aus einer feiner granulirten oder deutlicher punktirten, hin und wieder streifigen Substanz, und aus Zellen von verschiedener Grösse und Bedeutung. Die Streifung der Substanz findet sich namentlich in der Fortsetzung der grauen Masse, welche vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes herabgeht, und wird hier bedingt theils durch gerade, theils durch divergirend herablaufende Linien, welche letztere bisweilen von anderen in gekreuzter Richtung geschnitten werden. Diese Linien haben höchst wahrscheinlich nicht alle eine gleiche Bedeutung; ich vermuthe nämlich, dass sie zum Theil Ausläufer von Bindegewebszellen, vielleicht auch von den Epithelialzellen, welche den Centralcanal umgeben, sind, zum Theil feinen Nervenfasern oder Axencylindern entsprechen. Eine stärkere Punktirung tritt immer nur spärlich auf und rührt höchst wahrscheinlich von vereinzelten longitudinal verlaufenden, querdurchschnittenen Nervenfasern oder deren Axencylinder her; auf solche kann jedoch die feine Granulation nicht zurückgeführt werden: sie ist jedenfalls eine Eigenthümlichkeit der Grundsubstanz, entweder eine normale oder eine durch die vorausgegangene Behandlung hervorgerufene.

Unter den Zellen lassen sich an den meisten Stellen des Rückenmarkes mit Leichtigkeit vier Arten unterscheiden. Zellen von den bedeutendsten Dimensionen finden sich an zwei verschiedenen Stellen; ich will sie als mittlere und äussere

grosse Nervenzellen bezeichnen. Die mittleren grossen Nervenzellen liegen immer im oberen Rande der grauen Masse, bald über der Contour desselben hervorragend, bald tiefer in die graue Masse eingesenkt, gewöhnlich etwas zur Seite von der Mittellinie, selten gerade in der Mitte oder etwas weiter nach aussen (Fig. 1 d.). Meist enthält ein Querschnitt des Rückenmarkes nur eine derartige Zelle, bisweilen aber auch zwei und dann gewöhnlich eine auf jeder Seite der Mittellinie; letzteres fand ich häufig im vorderen, einige Male aber auch im hinteren Theil des Rückenmarkes. In Querschnitten aus den mittleren Theilen zeigten die Zellen einen längeren Durchmesser von 0,0150'''—0,0225''' und einen kürzeren von 0,0127''' bis 0,0153'''; ersterer entspricht der Breite, letzterer der Dicke der Zellen; jener liegt meist wagerecht, höchst selten nur schräg oder gar senkrecht, dieser meist senkrecht im Verhältniss zum ganzen Rückenmark. Der meist länglichrunde oder eiförmige Umriss der Zellen im Querschnitt erscheint mitunter an einer oder mehreren Stellen wie mit einem scharfen Ausschnitt versehen; solche unregelmässige Formen, die im Ganzen selten auftreten, schreibe ich der Einwirkung der Chromsäure zu und bemerke noch, dass den Ausschnitten Lücken zwischen den Zellen und der umgebenden Masse entsprechen. Eine Zellenmembran ist nicht nachweisbar, die Substanz der Zellen erscheint fein granulirt und wird durch Carmin lebhaft roth gefärbt. Der Zellenkern, gewöhnlich länglichrund, 0,0087'''—0,012''' im Durchmesser haltend, ist ursprünglich wohl immer homogen, in Chromsäurepräparaten meist mit mehr oder weniger zahlreichen Körnchen und einem in der Regel deutlichen, runden Kernkörperchen versehen. An recht dünnen Schnitten nimmt sich der Kern, der gar nicht selten unregelmässig verschrumpft angetroffen wird, heller aus, als die umgebende Substanz der Zelle. Nur höchst selten bemerkte ich in Querschnitten einen wagerecht nach aussen oder senkrecht nach oben gehenden Fortsatz, dessen Länge höchstens dem grösseren Durchmesser der Zelle gleichkam; in der Regel fehlen solche Fortsätze. Stilling sagt von diesen Zellen: „die grauen Hinterhörner sind gewissermassen nur durch diese Nervenzellen bei

Petromyzon repräsentirt,"[1]) wofür mir jedoch nicht hinreichende Gründe vorzuliegen scheinen.

Die äusseren grossen Nervenzellen liegen in den äusseren, erweiterten Enden der grauen Masse und bilden meist den überwiegenden Bestandtheil derselben (Fig. 1 ff.); bisweilen aber fehlen sie hier auch ganz, was namentlich an Querschnitten des hinteren Endes des Rückenmarkes wahrgenommen wird. Aber auch in den mittleren Theilen des Rückenmarkes ist ihre Menge sehr variabel, bisweilen sieht man in einem Querschnitt auf einer Seite 4, 5—6 grosse Nervenzellen, und auf der anderen vielleicht nur eine oder gar keine. Sind sie zu mehreren vorhanden, so nehmen sie entweder bloss die äusserste Ecke der grauen Masse ein oder dehnen sich von da an auch noch längs des oberen oder unteren Randes der grauen Masse mehr oder weniger weit nach innen, gewöhnlich aber nicht weiter als bis zu der nächsten inneren Müller'schen Faser. Ihr längster Durchmesser liegt meist wagerecht, selten senkrecht oder in irgend einer schiefen Richtung im Verhältniss zum ganzen Rückenmark. In Bezug auf ihre Gestalt lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass sie fast immer langgestreckt, sehr häufig spindelförmig oder unregelmässig drei-, vier-, fünf- oder sechseckig ist. Gewöhnlich findet man in Querschnitten mehrere Fortsätze, bis sechs von einer Zelle ausgehend; sie sind jedoch in den meisten Fällen nur über kurze Strecken zu verfolgen. Bei der bedeutenden Grösse der Zellen ist es kaum möglich, aus der Untersuchung von Querschnitten allein die eigentliche Anzahl der Fortsätze zu ermitteln, da man nie weiss, wie viel von irgend einer Zelle beim Schneiden verloren gegangen ist; ausserdem werden durch die Einwirkung der Chromsäure nicht selten Formen hervorgerufen, welche die Vermuthung erregen, dass an gewissen Stellen Fortsätze erscheinen, die in der That nicht existiren. Die mittleren grossen Nervenzellen liefern, wie bereits oben angedeutet wurde, am entschiedensten den Beweis, dass solche Formen häufig nur der Einwirkung der Chromsäure zuzuschreiben sind. — Abgesehen von

1) A. a. O. S. 849.

der verschiedenen Gestalt und Lagerung bieten die äusseren grossen Nervenzellen eine vollständige Uebereinstimmung mit den mittleren dar, wenigstens habe ich keine wahrnehmbare Verschiedenheit entdecken können. Ihre Länge beträgt 0,015''' bis 0,025''', ihre Breite 0,0055'''—0,0075'''; ihre Kerne haben einen längeren Durchmesser von 0,0066'''—0,010''' und einen kürzeren von 0,0051'''—0,0076'''; das Kernkörperchen misst 0,0020'''—0,0025''' im Durchmesser. Owsiannikow bestimmt die Breite dieser Zellen zu 0,007''', die Länge zu 0,011'''.[1]) Stilling sagt: „So finden wir bei *Petromyzon* in den grauen Vorderhörnern Nervenzellen von $^1/_{100}$''' oder $^1/_{150}$''' bis $^1/_{15}$''' im grössten Durchmesser, die sogenannten spindelförmigen Zellen;“[2]) den Durchmesser der Kerne giebt er zu $^1/_{300}$''' bis $^1/_{50}$''', die Kernkörperchen zu $^1/_{1500}$''' bis $^1/_{300}$''', selbst $^1/_{250}$''' an.

Was nun die von diesen grossen Nervenzellen ausgehenden Fortsätze im Besonderen betrifft, so sagt Owsiannikow über sie: „Ab unaquaque cellula, id quod plane animadvertere possumus, una fibra ad partem anteriorem, altera ad posticam porrigitur, quo facto ambae e medulla spinali proveniunt, nervi spinalis radices appellatae,“ und weiter: „Praeterea e quavis cellula tertius oritur ramulus, qui ad alteram medullae partem transgressus, uni ex cellulis hic positis conjungitur.“ Unter mehr als 300 wohlgelungenen Querschnitten aus verschiedenen Stellen des Rückenmarkes habe ich nicht einen zu untersuchen Gelegenheit gehabt, der der eben mitgetheilten Schilderung vollkommen entsprochen hätte. Am häufigsten sind die Fortsätze der Zellen so kurz abgebrochen, dass man aus Querschnitten über ihren weiteren Verlauf nichts ermitteln kann; man darf daher annehmen, dass derselbe in den meisten Fällen die transversale Richtung nicht genau einhält. Aber es kommen doch auch Fälle vor, in denen die Fortsätze über längere Strecken in einem Querschnitt erhalten sind. Ich beobachtete öfter ganz unzweifelhaft, dass von einer der grossen Nervenzellen ein Fortsatz nach aussen und unten gegen den unteren

---

1) A. a. O. S. 22.

2) A. a. O. S. 847 u. 848.

Rand des Schnittes sich erstreckte (Fig. 1 l., Fig. 2 e., Fig. 3 h.). Ein solcher Fortsatz verschmälerte sich meist allmählig so sehr, dass er nicht bis zum entsprechenden Rande verfolgt werden konnte; jedoch möchte ich glauben, dass diese bedeutende Verschmälerung häufig bloss durch das Schneiden hervorgerufen ist. Den nach aussen und unten strebenden Zellenfortsätzen sieht man nicht selten einige Axencylinder der unteren Nervenwurzeln entgegenkommen, ohne dass die einen in die anderen übergingen (Fig. 2 e. g.). Nur ein einziges Mal ist es mir möglich gewesen, einen Zellenfortsatz bis über den unteren Rand hinaus, also bis in eine Wurzelfaser zu verfolgen (Fig. 3 h.). Das ist das Aeusserste, was ich über den Zusammenhang der grossen Nervenzellen mit den unteren Spinalnervenwurzeln beobachtet habe. Dieses wenig befriedigende Resultat schreibe ich besonders dem Umstande zu, dass man bei Anfertigung von Querschnitten es zum Theil dem Zufall überlassen muss, ob man gerade die Eintrittsstelle der Wurzeln treffen werde, oder, wenn dem so ist, dass dann auch die eintretenden Wurzelfasern genau die Querrichtung verfolgen. Nach meinen Untersuchungen muss also für *Petromyzon* die Behauptung, dass jede Faser jeder vorderen oder unteren Spinalwurzel mit einer grossen Nervenzelle in Verbindung trete, so wahrscheinlich sie auch immerhin sein mag, noch erst bewiesen werden. Mitunter habe ich grosse Nervenzellen beobachtet, von denen mehr als ein Fortsatz nach der oben bezeichneten Richtung abging; allein da diese Fortsätze immer nur kurz waren, wage ich es nicht zu behaupten, dass sie alle in Wurzelfasern überzugehen bestimmt seien.

Zweitens sah ich zu wiederholten Malen von den grossen Nervenzellen je einen Fortsatz nach unten und innen verlaufen; nur selten ist es mir aber gelungen, ihn bis über die Mitte des Rückenmarkes zu verfolgen (Fig. 3 i.), und nie bis zu einer grossen Nervenzelle der anderen Hälfte. Gewöhnlich gehen diese Fortsätze unter die inneren Müller'schen Fasern weg, selten schlängeln sie sich zwischen dieselben hindurch (Fig. 3 l.) und nie sah ich sie über den Centralcanal verlaufen. Wenn sie überhaupt an einem Querschnitt existirten, konnte ich meist

von derselben Zelle keinen zweiten Fortsatz in grösserer Ausdehnung verfolgen; in einigen Fällen habe ich mich jedoch mit völliger Sicherheit davon überzeugt, dass nach innen und unten und nach aussen und unten gehende Fortsätze von einer und derselben Zelle entspringen können (Fig. 3 f. i. h., Fig. 2 d. e. f.). Ich bin der Ansicht, dass dieses Verhalten das normale ist und nur der bedeutenden Grösse der Zellen und des unregelmässigen Verlaufes der Fortsätze wegen selten in einem und demselben Querschnitt zur Beobachtung kommt. — Häufig findet man unter den Müller'schen Fasern von einer Seite zur anderen verlaufende, bald kürzere, bald längere Axencylinder, deren Zusammenhang mit Nervenzellen aber nicht mehr erkannt werden kann. Sie sind ohne Zweifel gleichbedeutend mit den eben erwähnten Fortsätzen der Zellen und können wie diese als Fasern der vorderen Commissur bezeichnet werden.

Drittens beobachtete ich sehr häufig, namentlich an Querschnitten aus dem hinteren Theile des Rückenmarkes, dass Axencylinder von dem äusseren Rande der grauen Masse entweder gerade nach aussen oder nach aussen und oben, oder nach aussen und unten verlaufen (Fig. 3 g. g' g'); gewöhnlich hören auch sie schon in grösserer oder geringerer Entfernung vom Rande des Schnittes auf, bisweilen sah ich sie aber sehr nahe an diesen herantreten. In einigen Fällen überzeugte ich mich, dass sie Fortsätze der grossen Nervenzellen sind (Fig. 3 g.). Ueber ihr weiteres Verhalten kann ich nur die Vermuthung aussprechen, dass sie in die longitudinale Richtung übergehen dürften; es fehlt mir jedoch hierfür jede auch bloss andeutende Wahrnehmung. Ueber diese Fasern, die jedenfalls nervöser Natur sind, finde ich weder bei Owsiannikow noch bei Stilling irgend eine Angabe. Soll ich sie nach den Beobachtungen über den Bau des Rückenmarkes anderer Thiere oder des Menschen beurtheilen, so gehören sie offenbar zu dem sogenannten radiären Fasersystem, das von allen Anatomen, welche sich mit der Untersuchung des Rückenmarkes beschäftigt haben, wahrgenommen worden ist, aber nicht immer eine gleiche Deutung erfahren hat. Bidder und Kupffer erklären

es für Bindegewebe,[1]) Clarke für Gefässe,[2]) Lenhossék bezeichnet es als Systema nervosum radiale und „als den eigentlichen centralen Theil des Plexus nervosus piae matris Purkynei“;[3]) nach Kölliker würde es durch Ausstrahlung der vorderen Nervenwurzelfasern gebildet sein und in directer Verbindung mit den longitudialen Fasern der Seitenstränge stehen;[4]) Schröder van der Kolk sagt hierüber: „Diese quer ausstrahlenden Fasern sind also die Communicationswege der vorderen und seitlichen Markbündel mit der grauen Substanz, oder vielmehr mit den Ganglienzellen, aus denen die Nervenwurzeln entspringen.“[5]) Bei Säugethieren bestehen in der That bisweilen radiäre Ausstrahlungen von der grauen Masse bloss aus Blutgefässen oder aus solchen und aus spärlichem Bindegewebe, häufig aber auch bloss aus Nervenfasern, von denen die eine oder die andere in unzweifelhafter Verbindung mit einer der grossen Nervenzellen des Vorderhorns gesehen werden kann. Bei *Petromyzon* fand ich in den Ausstrahlungen von Bindegewebe und Blutgefässen keine Spur, sondern nur Axencylinder oder Nervenzellenfortsätze, über deren weiteren Verlauf ich Kölliker's und Schröder van der Kolk's Angaben als Hypothese gelten lassen mag. Fortsätze der grossen Nervenzellen, welche sich entschieden nach oben gegen die Eintrittsstelle der oberen Nervenwurzeln erstreckten, habe ich niemals wahrgenommen.

Kleinere Zellen, welche ich ebenfalls für Nervenzellen

1) A. a. O. S. 48.

2) Researches into the structure of the spinal Chord. Philosophical Transactions for the year MDCCCLI. Part II. London 1851. p. 615.

3) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. I. Medulla spinalis und deren Bulbus rhachiticus. 2. vermehrte Auflage. Wien 1858. Seite 41.

4) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1859. S. 287.

5) Bau und Functionen der Medulla spinalis und oblongata und nächste Ursache und rationelle Behandlung der Epilepsie. Aus dem Holländischen übertragen von Dr. F. W. Theile. Braunschweig 1859. S. 43.

ansehen muss, finden sich in der grauen Masse stets in beträchtlicher Menge; sie liegen theils zwischen den grossen äusseren Nervenzellen, theils erstrecken sie sich weiter nach innen bis in die Nähe des Centralcanales und treten vereinzelt auch in der Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes auf. Sie haben eine Länge von 0,0062'''—0,0127''' und eine Breite von 0,0060'''—0,0102''', Kerne von 0,0045''' - 0,0051''' und Kernkörperchen von 0,0010''' im Durchmesser. Mit den grossen äusseren Nervenzellen stimmen sie in den meisten Beziehungen überein; nur fand ich ihre Form überwiegend spindelförmig, ihre Fortsätze in geringerer Anzahl und von geringerer Breite, nach der Behandlung mit Carminlösung waren sie schwächer gefärbt, ohne diese heller als die grossen Nervenzellen (Fig. 1 g.). Es war mir auffallend, dass bisweilen weit entfernt von den grossen äusseren Nervenzellen eine kleine mit Kern und Kernkörperchen versehene Zelle, die also wohl nicht bloss ein Stück einer grossen sein konnte, so dunkel oder so intensiv gefärbt erschien als die grossen Nervenzellen (Fig. 1 p.). Ob hiernach unter den kleinen Nervenzellen zwei Arten angenommen werden sollen, wage ich nicht zu entscheiden. Ueber die Fortsätze dieser Zellen habe ich ihrer geringen Dimensionen wegen nur wenig ermitteln können; innerhalb der grauen Masse liessen sie sich bisweilen ziemlich weit verfolgen, dagegen verschwanden sie fast immer sogleich, wenn sie in die weisse Masse gedrungen waren; nur einige wenige Male sah ich sie entschieden die Richtung gegen die Eintrittsstelle der hinteren Wurzeln nehmen und nur in einem einzigen Präparate konnte ich einen Fortsatz von einer kleinen Nervenzelle bis an die Peripherie des Rückenmarkes, an welcher eine obere oder hintere Wurzel hing, verfolgen (Fig. 6 e.). In einem anderen Fall sah ich einen Fortsatz einer kleinen Nervenzelle, welche in geringer Entfernung nach aussen von den inneren Müller'schen Fasern lag, längs des oberen Randes der grauen Substanz bis in die Nähe des Centralcanales verlaufen; er würde, in derselben Richtung fortschreitend, eine Faser der hinteren Commissur gebildet haben (Fig. 4 c. d.). Owsiannikow und Stilling haben, wie es scheint, diese

kleinen Nervenzellen ganz übersehen; denn wollte ich annehmen, dass sie dieselben mit den grossen äusseren Nervenzellen identificirt hätten, so würde die Zahl der Nervenzellen, welche in ihren Abbildungen enthalten sind, viel zu gering sein. Letzteres gilt auch von der Abbildung, welche Virchow geliefert hat,[1]) obgleich er ausdrücklich auch kleinere Nervenzellen erwähnt, indem er sagt: „Nach aussen in der grauen Substanz liegen vielstrahlige, nach vorn grössere, nach hinten kleinere und einfachere Zellen;"[2]) weiter oben aber heisst es: „Was wir bei uns graue Substanz nennen, das findet sich auch hier wieder zu beiden Seiten in der Gestalt je eines plattlänglichen Lappens, welcher einzelne Ganglienzellen, aber nur sehr wenige, enthält, so dass man auf jeder Seite des Querschnitts vielleicht nur 4—5 davon findet."[3]) Owsiannikow, von dem ich, wie bereits bemerkt wurde, annehmen muss, dass er die kleinen Nervenzellen, von denen höchst wahrscheinlich allein Fasern zu den oberen Wurzeln ausgehen, nicht gesehen hat, behauptet dessen ungeachtet, Fasern dieser Wurzeln in Verbindung mit Nervenzellen deutlich wahrgenommen zu haben;[4]) da er aber von eben denselben Zellen auch die Fasern der unteren Wurzeln entspringen lässt, was ich nie gefunden habe, so weiss ich meine Beobachtungen mit den seinen nicht in Einklang zu bringen. Owsiannikow bemerkte in einigen Fällen auch Fasern der hinteren Commissur, meint jedoch, dass sie nur deshalb über dem Centralcanal gelegen hätten, weil unter demselben der erforderliche Raum gefehlt hätte.[5]) Ich kann nicht umhin, zu gestehen, dass mir diese Deutung eine durchaus willkürliche und gezwungene zu sein scheint. Eine wirkliche obere Commissur habe ich an Querschnitten nicht beobachten können, dagegen sah ich mehrere Male mit völliger Deutlich-

1) Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Zweite, neu durchgesehene Auflage. Berlin 1859. Fig. 92. Seite 247.

2) A. a. O. S. 248.

3) A. a. O. S. 247.

4) A. a. O. S. 22.

5) A. a. O. S. 23.

keit, dass Fortsätze der kleinen Nervenzellen die Richtung über den Centralcanal weg nehmen. Das entschiedenste Beispiel der Art habe ich genau nach der Natur gezeichnet (Fig. 4 c. d.). Hiernach halte ich mich für überzeugt, dass, wenn überhaupt eine obere Commissur vorkommt, sie durch Fortsätze der kleinen und nicht der grossen äusseren Nervenzellen gebildet werde. — Nach dem über diese kleinen Zellen Mitgetheilten wird es keinem Zweifel weiter unterworfen sein können, dass sie wirklich Nervenzellen sind; ich will noch hinzufügen, dass, wenn man mit der Untersuchung des Rückenmarkes auf Querschnitten bis zur Medulla oblongata hinaufsteigt, man endlich Präparate erhält, in denen in einer continuirlichen Bogenlinie radiär stehende Zellen angetroffen werden, von denen die innersten sehr gross und entschieden Nervenzellen sind, und dass an sie sich unmittelbar kleinere Zellen schliessen, welche mit den oben beschriebenen völlig übereinstimmen, häufig aber sehr lange Fortsätze erkennen lassen; auf diese folgen abermals grosse Nervenzellen. So gelangt denn die im Rückenmark selbst ziemlich unregelmässige Vertheilung der inneren und äusseren grossen und der kleinen Nervenzellen in der Medulla oblongata zu einer regelmässigen, reihweisen Anordnung. — Gegen das hintere Ende des Rückenmarkes nehmen die grossen äusseren Nervenzellen an Menge ab und verschwinden endlich ganz, so dass dann die kleineren Nervenzellen allein oder mit den inneren grossen Nervenzellen zusammen in einem Querschnitt angetroffen werden. Da das Verschwinden der grossen äusseren Nervenzellen an Stellen des Rückenmarkes, welche noch Nervenwurzeln abgeben, bedenklich erscheinen dürfte, könnte man auch annehmen, dass sie bei gleicher functioneller Bedeutung hier in kleinen Dimensionen auftreten und so schwieriger oder gar nicht mehr von den übrigen Nervenzellen unterschieden werden können. In den mittleren Theilen des Rückenmarkes ereignet es sich gar nicht selten, dass ein Querschnitt in der grauen Masse einer Hälfte bloss kleine Nervenzellen darbietet.

Als vierte Art von Zellen, welche in der grauen Masse angetroffen werden, sind die sogenannten Bindegewebskör-

perchen zu betrachten. Sie haben viel geringere Dimensionen als die kleinsten Nervenzellen, indem sie eine Länge von 0,0025'''—0,0030''' und eine Breite von 0,0015'''—0,0030''' darbieten. Untersucht man sie an Querschnitten, ohne sie isolirt zu haben, so erkennt man in der Regel nur ihre Kerne, welche kreisförmig oder länglichrund von Gestalt und scharf contourirt sind; in ihnen erkennt man zahlreiche kleine, dunkle Körnchen, unter denen hin und wieder eines sich durch etwas bedeutendere Grösse oder stärkeres Lichtbrechungsvermögen wie ein Kernkörperchen ausnimmt. Wenn man die graue Masse eines Querschnittes zerzupft hat, bisweilen aber auch ohne Weiteres, kann man sich davon überzeugen, dass die eben geschilderten Kerne in Zellen enthalten sind, deren Umfang den der Kerne nur wenig übertrifft und gewöhnlich spindelförmig ist; von den Enden der Zellen gehen oft feine, linienartige Fortsätze aus, an denen durch Carmin keine Färbung wahrgenommen werden konnte. In vielen Fällen ist es mir gar nicht möglich gewesen, die Contouren der Zellen selbst wahrzunehmen; es hatte vielmehr das Aussehen, als lägen die Kerne frei in der Grundsubstanz; nach der üblichen Anschauung wird man dann annehmen dürfen, dass die Zellen selbst mit der Grundsubstanz völlig verschmolzen seien und bloss die Kerne ihre Selbständigkeit bewahrt hätten. — Diese Bindegewebskörperchen liegen am dichtesten in der Umgebung der epithelialen Auskleidung des Centralcanales, namentlich am oberen äusseren Umfange desselben, wodurch die Umgebung des Centralcanales oft eine fast regelmässig dreieckige Begrenzung zeigt; übrigens muss ich gestehen, dass ich die Kerne der Epithelialzellen von denen der Bindegewebskörper nicht zu unterscheiden verstehe. Sollte man darin eine Berechtigung finden, die ausser den kegelförmigen, weiter oben beschriebenen Zellen dem Centralcanal zunächst liegenden Körper zum Epithel zu ziehen, so wüsste ich dagegen keinen stricten Beweis anzuführen. Ausser an der angegebenen Stelle finden sich nun auch noch die Bindegewebskörper fast durch die ganze graue Masse in reichlichster Menge verbreitet; nur in der Fortsetzung, welche vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes herabsteigt,

sind sie spärlicher vorhanden, oder fehlen auch ganz. — Owsiannikow beschreibt die Zellen, welche er zum Bindegewebe rechnet, ganz und gar nicht, sondern sagt eben nur, dass welche vorhanden und mit feinen Fasern, die die graue Masse nach verschiedenen Richtungen durchsetzen, verbunden seien. Wenn er angiebt, dass die Bindegewebskörper besonders reichlich die Müller'schen Fasern umgeben („circum cellulas nerveas fibrasque Müllerianas ingenti numero conferta"),[1] so muss ich das insofern beschränken, als es nur für die Fasern gilt, welche theilweise von der grauen Masse begrenzt werden, und auch da sind die Bindegewebskörper nicht zahlreicher als an anderen Stellen; zwischen den Müller'schen Fasern selbst habe ich keine Bindegewebskörper bemerkt, wohl aber zahlreiche feinere Nervenfasern, deren Durchschnitte bei flüchtiger Beobachtung allenfalls für Bindegewebskörper gehalten werden könnten.

Aus dem Voranstehenden ergiebt sich zur Genüge, dass ich der zuerst durch Bidder zur Geltung gebrachten Behauptnng, dass die graue Masse des Rückenmarkes zu einem Theile aus Bindegewebe bestehe, in welche Nervenzellen und Nervenfasern eingelagert seien, unbedingt beistimme. Dennoch muss ich hervorheben, dass gegenwärtig die Frage, ob irgend welche in der grauen Masse vorkommende Fasern und Zellen Bindegewebs- oder Nervenfasern und Bindegewebskörper oder Nervenzellen seien, noch nicht in allen Fällen mit Sicherheit wird beantwortet werden können, weil wir bis jetzt noch eine viel zu wenig umfassende Kenntniss von den Verschiedenheiten besitzen, welche sowohl die Nervenfasern und Nervenzellen, als auch die Bindegewebskörper entweder bloss im Körper des Menschen, geschweige denn in dem der Thiere darzubieten vermögen. Das einzige, über jeden Zweifel erhabene Kriterium, um eine Zelle oder Faser als Nervenzelle oder Nervenfaser anzusprechen, wäre der Nachweis des Zusammenhanges dieser Theile mit unzweifelhaften, d. h. markhaltigen Nervenfasern; allein so klar diese Forderung gestellt sein mag, so unmöglich

---

1) A. a. O. S. 24.

scheint es, mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln derselben nachzukommen, und wir würden jedenfalls in Irrthümer verfallen, wollten wir alle Zellen und Fasern, bei denen ein solcher Zusammenhang zur Zeit sich nicht demonstriren lässt und vielleicht auch gar nicht besteht, als nervige Bestandtheile streichen. Der allein unter den obwaltenden Verhältnissen offen bleibende Weg, um zum Ziel zu gelangen, scheint mir der zu sein, dass sowohl beim Menschen alle einzelnen Theile des ganzen Nervensystems, als auch das Nervensystem der Thiere, namentlich der Wirbelthiere, einer eingehenderen Untersuchung unterworfen werden, als es bisher geschehen ist. Ich bin der Ueberzeugung, dass man auf diesem Wege bald sichere Grundlagen der Entscheidung gewinnen wird. — Wenn ich oben mit Bestimmtheit gewisse Zellen als Bindegewebskörper angesprochen habe, so ist das namentlich im Hinblick auf vergleichend-histologische Beobachtungen geschehen. Es giebt Thiere (z. B. *Mus musculus*),[1]) bei denen alle markhaltigen Fasern der Spinalnerven in ihren primitiven Scheiden sog. Kerne oder Bindegewebskörper enthalten; dieselben Körper mit unveränderten Eigenschaften treten auch in der weissen Masse des Rückenmarkes und endlich auch in der grauen Masse auf; auch beim Menschen kommen Nerven mit solchen Fasern vor z. B. der Nervus oculomotorius.[2]) Bei *Petromyzon* habe ich nun zwar in den Spinalnerven keine kernhaltigen primitiven Scheiden beobachten können, allein die als Bindegewebskörper bezeichneten Zellen der grauen Masse stimmen so sehr mit den Kernen an den primitiven Nervenfaserscheiden der Maus und des Menschen überein, und gleichen den Zellen der Pia mater bis auf die etwas geringere Grösse so sehr, dass ihre Identität keinem Zweifel weiter unterworfen bleibt.

So sicher ich überzeugt bin, dass die eben besprochenen Zellen zum Bindegewebe gehören, eben so bestimmt muss ich

1) Ueber das Rückenmark der Maus sollen demnächst ausführlichere Mittheilungen durch die Inauguraldissertation des Dr. Boehmann gemacht werden.

2) Ueber die Beschaffenheit des Nervus oculomotorius werde ich binnen Kurzem hoffentlich weitere Aufschlüsse geben können.

behaupten, dass alle übrigen Zellen der grauen Masse (natürlich mit Ausschluss der Epithelialzellen des Centralcanales) Nervenzellen sind. Ich habe unter Berücksichtigung der Grössen- und Längenverhältnisse drei Arten von Nervenzellen unterschieden; ebenso viele nimmt Jacubowitsch[1]) an, ich kann mich jedoch nicht in Uebereinstimmung mit seinen Benennungen erklären, weil dieselben Urtheile einschliessen, welche mir weit über die gesicherten histologischen Beobachtungen hinauszugehen scheinen Am ehesten liessen sich vielleicht noch die Namen: „Bewegungs-“ und „Empfindungszellen“ rechtfertigen; den ersteren könnten die äusseren grossen, den letzteren die kleinen Nervenzellen im Rückenmark des *Petromyzon* zugezählt werden. Sollen nun die inneren grossen Nervenzellen als sympathische bezeichnet werden? Dafür wüsste ich ganz und gar keinen Grund und halte es für passender, sie so lange als Nervenzellen sui generis anzusehen, bis wir über ihre Verbindungen und Analogieen bei anderen Thieren näheren Aufschluss erhalten haben werden.

Die graue Masse des Rückenmarkes wird mit Ausnahme der von ihrer Mitte ausgehenden Fortsetzung, welche nach unten den Umfang erreicht, allseitig von longitudinalen Fasern umgeben. Diese bilden aber im frischen Rückenmark keine weisse, sondern eine farblose Masse, dennoch habe ich den Namen „weisse Masse“ öfter gebraucht. In Querschnitten zeigen sich natürlich bloss die Durchschnitte der longitudinalen Fasern und zwar sind dieselben von sehr verschiedenem Durchmesser. Die stärksten Fasern, welche bereits J. Müller beschrieben und abgebildet[2]) und Owsiannikow Müller'sche Fasern genannt hat, liegen einmal in zwei Gruppen von je 6 bis 8 vereint unmittelbar nach aussen von der vom Central-

1) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarkes. Breslau (1857). S. 2.

2) A. a. O. S. 207. — Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorganes bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinoiden. Abhandlungen der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1837. Berlin 1838. Taf. III. Fig. 2.

canal zur unteren Fläche des Rückenmarkes sich erstreckenden grauen Masse und stossen auch oben direct an die graue Masse, welche hier gleichsam durch die Fasern zurückgedrängt erscheint (Fig. 1 c c.). Die Fasern einer Gruppe haben meist nicht alle denselben Durchmesser; häufig ist ihre Zahl auf beiden Seiten nicht übereinstimmend, dagegen bleibt sie sich gleich durch grössere Strecken des Rückenmarkes, vielleicht sogar durch die ganze Länge desselben. Zwischen ihnen finden sich zahlreiche feine und sehr feine Fasern, aber keine graue Masse; letztere dringt höchstens zwischen die ihr zunächst gelegenen Fasern hinein. Eben solche oder etwas schwächere Fasern liegen ferner über dem äusseren Ende der grauen Masse, gewöhnlich in geringerer Zahl, 2—3; endlich finden sie sich, doch meist schon von viel geringerem Durchmesser, zerstreut im ganzen äusseren Abschnitt des Rückenmarkes und erstrecken sich von hier längs der unteren Fläche bis in die Nähe der zuerst erwähnten Gruppen. — Gegen das hintere Ende des Rückenmarkes nehmen alle diese Fasern an Durchmesser ab und können zuletzt von den übrigen Fasern nicht mehr unterschieden werden; nach vorne bleiben sie unverändert an Stärke und gehen so in das Gehirn hinein. Owsiannikow giebt den Durchmesser der Müller'schen Fasern im Schwanz zu 0,0037''', in der Mitte des Rückenmarkes zu 0,0113''' und in dem vorderen Ende zu 0,022''' an;[1]) Stilling, welcher 8—10 Fasern in den inneren Gruppen zählt, bestimmt ihren Durchmesser auf $^1/_{30}$—$^1/_{20}$'''; [2]) ich fand an Querschnitten aus den mittleren Theilen des Rückenmarkes in den inneren Gruppen Durchmesser von 0,00765'''—0,0230'''. Wie die Müller'schen Fasern im Schwanztheil des Rückenmarkes beginnen und wie sie im Gehirn enden, habe ich nicht ermittelt oder nicht ermitteln können. Owsiannikow meint, dass sie nicht vom äusseren Umfange des Rückenmarkes, sondern in seinem Inneren von grossen Nervenzellen (im Schwanztheil) entspringen, in der Medulla oblongata in grosse runde Nervenzellen über-

1) A. a. O. S. 21

2) A. a. O. S. 836.

geben und während ihres Verlaufes durch das Rückenmark in bestimmten Zwischenräumen von eingeschobenen Nervenzellen unterbrochen werden.[1]) Abgesehen von dem Verhalten der Fasern in der Medulla oblongata, welches ich nicht untersucht habe, ist Owsiannikow's Meinung nicht richtig. Er glaubt sie aber durch folgende Angaben gerechtfertigt zu haben: „Porro a nobis nonnulla observata sunt segmenta transversa, in quibus lacunae, fibris Muellerianis destinatae, non fibrarum ipsarum segmentis transversis, sed cellulis rotundis, quarum nucleos atque nucleolos plane cognoscere poteramus, erant impletae. Praecipue ad posteriorem medullae spinalis finem pro fibris cellulas majores invenimus, quarum latitudinem demum ulteriore ad caput decursu adauctam animadvertere licuit.“ An den Stellen, an welchen die Müller'schen Fasern (d. h. die der inneren Gruppen) liegen, finden sich niemals Nervenzellen, wohl aber häufig über ihnen und von ihnen durch eine schmale Schicht grauer Masse getrennt; es sind die oben als innere grosse Nervenzellen aufgeführten. Wenn man aus einem Stück des Rückenmarkes unmittelbar auf einander folgende Querschnitte anfertigt und sie der Reihe nach untersucht, so findet man, dass in einem Querschnitt z. B. auf einer Seite eine grosse Nervenzelle neben der Mittellinie, über den Müller'schen Fasern, bloss durch eine dünne Lage grauer Masse von ihnen getrennt, liegt, im folgenden Querschnitt fehlt auf derselben Seite eine solche Zelle, statt ihrer ist vielleicht auf der anderen Seite eine vorhanden; in dieser Weise sieht man bei weiterer Prüfung der Querschnitte einen fortwährenden Wechsel in dem Auftreten und Verschwinden der grossen Nervenzellen. Ich vermuthe, dass Owsiannikow hierdurch veranlasst worden ist zu glauben, dass die grossen Nervenzellen an die Stelle der einen oder der anderen Müller'schen Faser rückten oder dass diese von jenen unterbrochen würden. Allein dem ist nicht so; wenn man die Müller'schen Fasern (ich spreche immer nur von denen der inneren Gruppen) zählt, kann man sich leicht überzeugen, dass ihre Zahl in auf einander fol-

1) A. a. O. S. 21. 22.

genden Querschnitten sich gleich bleibt, mögen über ihnen grosse Nervenzellen vorhanden sein oder nicht. Im Schwanztheil des Rückenmarkes sind die inneren grossen Nervenzellen in der That etwas reichlicher vorhanden und näher zusammengerückt, aber auch hier ist, wenigstens so lange die Müller-schen Fasern sich noch von den umgebenden unterscheiden lassen, durchaus keine Beziehung der Fasern zu den Zellen nachzuweisen, ja es sind beide Theile vielmehr hier durch eine viel dickere Schicht grauer Masse von einander geschieden. Die inneren grossen Nervenzellen sind aber auch dann noch vorhanden, wenn die Müller'schen Fasern sich nicht mehr durch ihren Umfang vor den umgebenden auszeichnen. Ebenso wenig als bei den inneren Müller'schen Fasern habe ich jemals bei den sonst vorkommenden in ihrem Lumen statt eines Axencylinders eine Nervenzelle wahrgenommen. Aus meinen Untersuchungen von Querschnitten und Längsschnitten, von welchen letzteren später noch die Rede sein wird, habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die Müller'schen Fasern ohne Unterbrechung die ganze Länge des Rückenmarkes durchziehen; wobei ich jedoch immer noch einräume, dass sie im Gehirn von Nervenzellen ausgehen und vielleicht auch im Schwanztheil an solchen enden mögen; an letzterem Orte sind es dann aber höchst wahrscheinlich andere Zellen als die inneren grossen.

An allen übrigen Stellen des Rückenmarkes sind die Fasern von geringerem Durchmesser, höchstens 0,00''' breit, dabei aber variiren sie immer noch sehr bedeutend. Im vorderen Theil des Rückenmarkes bemerkt man, dass über der Mitte der grauen Masse breitere Fasern in reichlicher Menge vorhanden sind und bogenförmig von jeder Seite her durch eine Anhäufung feinerer Fasern, welche von der grauen Masse bis zur oberen Fläche des Rückenmarkes reicht, umschlossen wird.

Alle bisher erwähnten Fasern zeigen ein deutliches, meist kreisförmiges Lumen und in demselben einen Axencylinder, der im Querschnitt am häufigsten kreisförmig oder halbmondförmig, bisweilen elliptisch oder viereckig oder auch ganz unregelmässig erscheint, und fast immer bei Weitem das Lumen der respectiven Faser nicht ausfüllt; es kamen mir jedoch auch

Fälle vor, in denen der Axencylinder das ganze Lumen der Fasern einnahm, und zwar ereignete sich dieses nicht blos bei schmäleren, sondern auch bei den stärksten Fasern; ich beobachtete es z. B. einmal in fast allen Müller'schen Fasern der inneren Gruppe. Wenn die Axencylinder dem Lumen der Faser an Umfang zurückstehen, sieht man nicht selten feine, bisweilen sich theilende Fäden von den Axencylindern zur inneren Wandung der Fasern ausgespannt (Fig. 11.). Ich kann diese Fäden für nichts Anderes halten, als für Bildungen, welche durch die Einwirkung der Chromsäure entstanden sind. In einigen Präparaten bemerkte ich an den Axencylindern der Müller'schen Fasern, dass ihr Centrum, ziemlich scharf umschrieben, eine dunkle Färbung besass (Fig. 11.); dasselbe ist auch von Owsiannikow[1]) beobachtet worden. Da jedoch diese Erscheinung im Ganzen nur selten auftrat, glaube ich ihr keine weitere Bedeutung zuschreiben zu dürfen und bin vielmehr geneigt, sie auch auf Rechnung des Erhärtungsmittels zu setzen.

Ausser den bisher erwähnten Fasern mit ihren Axencylindern finden sich immer noch sehr viele feine Axencylinder, die dicht von der Substanz umfasst werden, welche die Wandungen der übrigen Fasern bildet oder sie unter einander verbindet; es ist ganz dasselbe Bild, welches quer durchschnittene elastische Fasern im Bindegewebe darbieten. Derartige Axencylinder kommen überaus zahlreich in allen Theilen des Rückenmarkes, welche der weissen Masse höherer Wirbelthiere entsprechen, hin und wieder auch in der grauen Masse, und besonders zahlreich und fast allein an der Oberfläche des Rückenmarkes vor. Dass es wirklich Axencylinder und nicht etwa elastische Fasern sind, schliesse ich daraus, dass sie durch Carmin ganz ebenso gefärbt werden, wie unzweifelhafte Axencylinder, und dass im Rückenmark von *Petromyzon* überhaupt keine elastischen Fasern, wie weiter unten gezeigt werden soll, vorkommen.

In neuerer Zeit scheint man nach dem Vorgange von Bidder

---

1) A. a. O. S. 21.

und Kupffer[1]) im Allgemeinen geneigt zu sein, die Nervenfasern in solche, welche eine Hülle besitzen, und in solche, die derselben entbehren, zu unterscheiden; für eine derartige Eintheilung hat sich z. B. auch M. Schultze entschieden.[2]) Ein Unterschied in der Umhüllung der Nervenfasern besteht nun auch jedenfalls; davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen Querschnitt aus der weissen Masse des Rückenmarkes mit einem Querschnitt eines Spinalnerven vergleicht. Im letzteren Fall erkennt man freilich an den Stellen, an welchen benachbarte Nervenfasern sich unmittelbar berühren, auch nur eine einfache Substanzlage, welche der Ausdruck der Wandungen der einen und der anderen Faser ist. Wo dagegen zwischen den Fasern Zwischenräume bleiben, sieht man namentlich an Präparaten, die mit Carmin behandelt worden sind, dass die Wandungen, welche intensiv roth gefärbt sind, vor der Ausfüllungsmasse, die heller gefärbt erscheint, ihre Selbstständigkeit bewahren. In der weissen Masse des Rückenmarkes ist dagegen von einer solchen Abgrenzung nichts zu erkennen: sie entspricht vollkommen der von Bidder und Kupffer gegebenen Beschreibung.[3]) Ein anderer Umstand ist die Isolirtheit der Fasern der peripherischen Nerven, während die Fasern des Rückenmarkes gar nicht oder nur höchst unvollständig getrennt werden können. In letzterer Hinsicht habe ich es vergebens versucht, durch Behandlung des in Chromsäure erhärteten Rückenmarkes von *Petromyzon* mit verschiedenen Stoffen eine Zerlegung in einzelne Fasern zu ermöglichen. Kalilösung von verschiedener Concentration, sowohl kalt als warm angewandt, liess das Rückenmark nur noch leichter in kleine Stücke zerbröckeln, als dies schon beim Zerzupfen eines bloss in Chromsäure aufgehobenen Präparates geschieht. Schwefel- und Salpetersäure gaben kein günstiges Resultat. Am meisten schien noch längere Zeit fortgesetzte Maceration in ver-

1) A. a. O. S. 25.

2) Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae 1859. p. 22.

3) A. a. O. S. 38.

dünnter Essigsäure, welche ich auf Moleschott's Empfehlung[1]) in Anwendung zog, leisten zu wollen, indem dadurch das Rückenmark sich wenigstens in bandartige Streifen zerlegen liess und nicht so leicht der Quere nach zerriss. Eine nähere Untersuchung der erhaltenen Streifen lehrte jedoch, dass Axencylinder, gröbere und feinere, allerdings in grosser Menge frei geworden waren, aber vollständige Fasern, etwa mit solchen Scheiden, wie sie aus Spinalnerven so leicht darzustellen sind, konnte ich durchaus nicht erhalten. Es ist übrigens nicht immer so einfach, einen Axencylinder bestimmt als solchen zu erkennen und nicht etwa für eine ganze Faser zu halten, zumal bei *Petromyzon* die Nervenfasern und die Axencylinder so sehr variable Dimensionen darbieten. Bei dem Zerzupfen der weissen Masse des Rückenmarkes werden die Axencylinder mitunter in longitudinaler Richtung so geknickt, dass der Anschein entsteht, als hätte man eine Faser mit einem feinen Axencylinder vor sich. Kann man die Untersuchung über grössere Strecken ausdehnen, so lässt sich in der Regel die Wahrheit sicher constatiren. An den Enden der isolirten Streifen erkennt man nicht die geringste Spur eines Zerfalls in einzelne Fasern; es ragen blos Axencylinder in grosser Menge aus ihnen hervor. Ich bin demnach auch der Ueberzeugung, dass die Wandung der Fasern des Rückenmarkes eine andere ist, als z. B. die der Spinalnervenfasern; demnach finde ich in dieser Abweichung keinen Grund, zwei Arten von Fasern als wesentlich verschieden einander gegenüberzustellen. Die Bedenken, welche ich gegen eine solche Unterscheidung erhebe, beruhen vorzugsweise auf genetischer Basis. Bidder hat durch gemeinschaftliche Beobachtungen mit Reichert bereits im Jahre 1847 gezeigt, dass die Fasern peripherischer Nerven (des N. trigeminus) in der Weise entstehen, „dass in einer anfangs ganz gleichmässigen, mit gewissen Formen des Bindegewebes übereinstimmenden Grundmasse Röhren oder Canäle ausgehöhlt werden.“[2]) Es besitzen also die Fa-

---

1) Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. Jahrg. 1859.

2) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den

sern bei ihrem ersten Auftreten noch keine von der ganzen Masse, in welcher die Bildung vor sich geht, geschiedene Wandung, die als Scheide bezeichnet werden könnte; letztere gewinnt erst später dadurch ihre Selbständigkeit, dass „in der Grundmasse Trennungen vor sich gehen, wodurch die jene Röhren umgebenden Substanzen sich unter einander und von der etwa als Rest unverbraucht gebliebenen Bindesubstanz abgrenzen.“ Auf einer früheren Entwickelungsstufe stimmen mithin die peripherischen Fasern mit den Fasern des völlig ausgebildeten Rückenmarkes ganz überein; wenn nun auch später dadurch eine Differenz eintritt, dass in dem einen Fall aus dem Bindegewebe sich eine selbständige Scheide sondert, welche die Isolirbarkeit der Faser bedingt, in dem anderen diese weitere Entwickelung unterbleibt, so kann ich darin eben weiter nichts sehen als verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Anlage. Mag die Umhüllung der Nervenfasern selbständig werden oder unselbständig bleiben, sie ist immer nur ein accessorisches Gebilde, das zu dem Hauptbestandtheil der Fasern, den Axencylindern, vom morphologischen Standpunkte aus eine gleichgültige Stellung einnimmt. Nach den gegenwärtigen Erfahrungen kann eine Nervenfaser in dem gewöhnlichen Sinne nicht mehr als ein Formelement angesehen werden; sie ist vielmehr ein zusammengesetztes Gebilde, dessen Wandung gar nicht zum Nervengewebe gehört. Es erscheint daher unstatthaft für die Nervenfasern, deren specifische Natur jedenfalls im nervigen Bestandtheil steckt, eine Unterscheidung nach Modificationen unwesentlicher Theile vorzunehmen. Dagegen kann die Unterscheidung von markhaltigen und marklosen Nervenfasern wenigstens so lange für berechtigt angesehen werden, als die Vermuthung Bidders, dass das Mark von den Nervenzellen geliefert werde,[1]) keine Widerlegung gefunden hat.

Nervenfasern. Leipzig 1847. S. 59. — Die abweichenden Angaben, welche Kölliker (Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Dritte Auflage. Leipzig 1859. S. 346) über die Entwickelung der Nerven giebt, bin ich ausser Stande zu vertreten.

1) A. a. O. S. 62.

Nach den interessanten Beobachtungen, welche Stannius über das Nervensystem von *Petromyzon* gemacht hat, würden bei diesem Fisch gar keine markhaltigen Nervenfasern vorkommen.[1] Bei meinen Untersuchungen ist mir nun zwar auch nichts begegnet, was als Nervenmark angesehen werden könnte, dagegen verdient es jedenfalls Beachtung, dass in einem und demselben Präparate einmal sehr zahlreiche Nervenfasern existiren, deren Axencylinder einen viel geringeren Raum einnehmen, als die respectiven Fasern, dann aber auch ebenso viele Nervenfasern angetroffen werden, deren Axencylinder dem Durchmesser der Fasern gleichkommen. Für Ersteres könnte man eine Erklärung in der Zusammenziehung finden, welche die Chromsäure auf nervige Bestandtheile ausübt. Aber dann wäre nicht einzusehen, wie Letzteres gleichzeitig bestehen könnte. Bei dem Mangel von Beobachtungen an frischen Nerven des *Petromyzon* mag es mir gestattet sein, zur Beseitigung des eben angedeuteten Widerspruches an die Möglichkeit zu erinnern, dass das Mark in den Nervenfasern von *Petromyzon* vielleicht bloss nicht, wie bei anderen Wirbelthieren eine ölige Beschaffenheit, sondern eine mehr wässrige besitze.

Zwischen den longitudinalen Fasern treten hin und wieder Nervenzellen auf, welche an Form und Grösse meist mit den oben beschriebenen kleinen Nervenzellen genau übereinstimmen, selten aber auch grösser sind und fast die Dimensionen der grossen äusseren Nervenzellen der grauen Masse erreichen. Derartige Zellen kommen auf einem Querschnitt gewöhnlich ganz vereinzelt, bisweilen aber auch zu zweien oder dreien vor. Am häufigsten bemerkte ich eine solche Zelle ganz nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes (Fig. 1 m., Fig. 5 b.); öfter befand sich eine weiter ab vom äusseren Rande, entweder auf dem halben Wege zwischen diesem Rande und der grauen Masse oder dieser oder jenem näher. Nur einmal sah ich eine Zelle über dem Centralcanal, gerade in der Mittellinie, fast in der Mitte zwischen dem oberen Rande der grauen Masse und

---

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. No. 8. 6. Mai 1850. S. 90. 91.

dem oberen Rande des Rückenmarkes. Selten fand ich auch noch eine Zelle zwischen den inneren Müller'schen Fasern. In manchen Fällen waren die Fortsätze, welche von diesen Zellen ausgingen, über grosse Strecken zu verfolgen; namentlich sah ich das an den Zellen, welche zwischen dem äusseren Rande des Rückenmarkes und dem äusseren Ende der grauen Masse sich befanden (Fig. 5 b. c.). Owsiannikow erwähnt diese Zellen nicht und Stilling bemerkt ausdrücklich: „Bei *Petromyzon*, der Lachsforelle u. A. habe ich Nervenzellen in den weissen Strängen nicht mit absoluter Sicherheit, so wie bei anderen auffinden können." [1]) Nichtsdestoweniger sind diese Zellen gar nicht selten an Querschnitten zu beobachten, und muss ich namentlich behaupten, dass ihr Vorkommen in der Nähe des äusseren Randes des Rückenmarkes beinahe constant ist. Ueber die Beziehungen, welche diese Zellen zum ganzen Rückenmark haben mögen, lässt sich zur Zeit kaum eine Vermuthung aussprechen.

Zwischen den Querdurchschnitten der longitudinalen Fasern bemerkt man ausser hin und wieder der Schnittfläche nach verlaufenden verschiedenen Axencylindern auch noch eine bald mehr, bald weniger deutlich ausgesprochene Streifung, deren Richtung im Allgemeinen radiär von der grauen Masse zu der Oberfläche des Rückenmarkes hin geht. Wie diese Streifung zu deuten sei, kann ich nicht mit Sicherheit angeben; ich möchte jedoch glauben, dass zu ihrem Zustandekommen verschiedene Momente beitragen: einmal könnte sie wenigstens theilweise auf sehr feine, zwischen die longitudinalen Fasern hindurchstreichende Axencylinder zu beziehen sein, dann die Beschaffenheit des Bindegewebes zwischen den Nervenfasern angeben, ferner als durch das Schneiden hervorgerufen angesehen werden und endlich wenigstens mitunter als optisches Trugbild gelten. Wenngleich durch diese Bemerkungen nichts gewonnen zu sein scheint, so muss ich noch hinzufügen, dass ich die Möglichkeit, es würde die Streifung durch elastische Fasern bedingt, ausschliesse. Bidder nimmt im Rückenmark elastische und

1) A. a. O. S. 851.

spirale Fasern an;[1]) ich kann ihm hierin nicht beistimmen. Das einzig sichere Kriterium, um die Gegenwart von elastischen oder spiralen Fasern zu constatiren, ist, so viel mir bekannt, ihre Resistenz gegen erwärmte Kalilösung, welche andere, etwa mit ihnen zu verwechselnde Gewebstheile bald rascher, bald langsamer auflöst oder wenigstens unsichtbar macht. Ich habe daher zu wiederholten Malen sowohl Längs- als Querschnitte und längere Stücke des ganzen Rückenmarkes der Einwirkung einer Kalilösung mit gleichzeitigem Erwärmen unterworfen. Eine Zeit lang liessen sich dann noch die Nervenzellen und die Axencylinder erkennen; später verwandelte sich Alles in eine leimartige, gelbliche Masse, welche durch Druck ein maschiges Aussehn annahm. Noch weiter fortgesetztes Erwärmen unter Zusatz von neuer Kalilösung brachte die Masse zum Zerfliessen. Von elastischen oder spiralen Fasern konnte während dieses ganzen Vorganges keine Spur entdeckt werden.

Blutgefässe habe ich sowohl bei der Beobachtung von Querschnitten, als auch bei der von Längsschnitten im Rückenmark selbst nur in sehr geringer Menge wahrgenommen, reichlicher treten sie dagegen in der Medulla oblongata auf und können dann mit Leichtigkeit meist schon daran erkannt werden, dass sie noch Blutkörperchen enthalten. Ihre schlaffen Wandungen sind sehr zart, bilden meist Falten und werden von Carmin nicht sehr intensiv gefarbt. Die geringe Menge von Blutgefässen im Rückenmark von *Petromyzon* war mir höchst auffallend, da ich das abweichende Verhalten an dem Rückenmark anderer Thiere sehr wohl kenne und die Behandlung der Präparate mit Terpenthinöl besser als irgend eine bis jetzt angewandte Methode die Blutgefässe als solche erkennen lässt. Demnach muss ich bei meiner Behauptung beharren und kann dem nicht beistimmen, was Owsiannikow sagt: „Denique per totam medullae spinalis telam cellulosam permulta vasa sanguifera inveniuntur.“[2])

Um über das Verhalten der das Rückenmark bildenden

---

1) Unters. über die Textur des Rückenmarkes. S. 45.

2) A. a. O. S. 25.

nach ihrer Längsrichtung eine Kenntniss zu gewinnen, verdient vor Allem bemerkt zu werden, dass das Rückenmark von *Petromyzon* in seiner ganzen Dicke, welche mit Ausnahme des vorderen Endes sehr gering ist, zur mikroskopischen Untersuchung verwandt werden kann. Längsschnitte nach der horizontalen Ebene habe ich darum auch noch anzufertigen mich bemüht, muss jedoch gestehen, dass sie mir nur theilweise gelungen sind und im Ganzen nur wenig mehr erkennen liessen, als das Rückenmark in seiner ganzen Dicke. Viel leichter und von wünschenswerthester Feinheit lassen sich dagegen Längsschnitte in verticaler Ebene anfertigen.

An einem Stück des in ganzer Dicke vorliegenden, durch Terpenthinöl durchsichtig gemachten Rückenmarkes erkennt man in der Mitte den Centralcanal, dessen Lumen scharf begrenzt und in zolllangen Strecken an Breite unverändert erscheint. Er bildet mit seiner nächsten Umgebung einen breiten, longitudinalen Streifen, der sich vor dem übrigen Rückenmark durch seine Dunkelheit auszeichnet. Bisweilen erkennt man schon an solchen Präparaten den Strang, welchen ich oben als im Centralcanal liegend angegeben habe; an Längsschnitten, welche den Centralcanal enthalten, kann er oft in unveränderter Gestalt über sehr grosse Strecken verfolgt werden (Fig. 10 b.) und muss dann jeden Zweifel über seine normale Existenz beseitigen.

An Stücken des Rückenmarkes von ursprünglicher Dicke sieht man zu beiden Seiten des Centralcanales einen breiten, sehr lichten Streifen, welcher der inneren Gruppe von Müller'schen Fasern entspricht, indem die schmale Lage von grauer Masse, welche über diese Fasern sich vom Centralcanal nach aussen erstreckt, und die über, unter und zwischen den Fasern der Gruppe liegenden, feinen, longitudinalen Fasern die Durchsichtigkeit nur wenig beschränken und bei der angegebenen Untersuchungsweise durch Verstellung des Focus des Mikroskops völlig zurücktreten können. Aendert man dagegen die Einstellung, so kann man sich wenigstens davon überzeugen, dass die genannten Theile an der in Rede stehenden Stelle vorhanden sind. In dem lichten Streifen erkennt man bei ge-

eigneter Stellung des Focus sehr deutlich die grossen Nervenzellen, welche ich früher als innere bezeichnet habe. Sie zeigen meist kreisförmige oder kurz elliptische Contouren, deren längster Durchmesser im letzteren Fall gewöhnlich die longitudinale Richtung verfolgt. Owsiannikow[1]) und Stilling[2]) haben recht gute Abbildungen von ihnen geliefert. Bisweilen liegen diese Zellen mit ihrem längsten Durchmesser quer, was besonders häufig im vorderen und hinteren Theile des Rückenmarkes zur Beobachtung kam. Von dem vorderen und hinteren Ende der Zellen geht meist ein starker Fortsatz aus, der mit unbedeutender Verschmälerung sich häufig in gerader Richtung nach vorn und hinten über Strecken verfolgen lässt, welche den längsten Durchmesser der Zellen um das Zwei- und Dreifache übertreffen. Niemals bemerkte ich jedoch, dass diese Fortsätze sich verästelten und in directe Verbindung mit anderen Zellen gelangten, was Owsiannikow als einmalige Beobachtung angiebt.[3]) Häufig weicht die Fortsetzung von der geraden Richtung etwas nach aussen ab, selten geht wenigstens einer wagerecht nach aussen. Nur einmal sah ich drei Fortsätze von einer solchen Zelle entspringen; zwei verliefen in gerader Richtung nach vorn und hinten, der dritte, von derselben Breite als die beiden anderen, erstreckte sich nach aussen. Der starken Fortsätze wegen lässt sich der längste Durchmesser der Zellen, welcher ihrer absoluten Länge entspricht, nicht genau angeben, doch können die gefundenen Maasse von 0,018''' bis 0,033''' wenigstens als annähernd genau betrachtet werden. Owsiannikow sagt in der Beschreibung der Längsschnitte: „Cellularum rotundarum maximae 0,026''' par., earum nuclei 0,015''', nucleoli 0,005''' sunt, minores 0,015''', nuclei 0,007''' sunt.“

Nach aussen von dem lichten Streifen folgt jederseits ein meist etwas breiterer dunkler Streif, vor dem bis zum äusseren Rande des Rückenmarkes die Substanz wieder durchsichtiger erscheint. Dieser breite dunkle Streif entspricht dem äusseren

1) A. a. O. Tab. II. Fig. III.
2) A. a. O. Tab. XXIX. Fig. 5.
3) A. a. O. S. 20.

verdickten Theile der grauen Masse mit den zahlreichen grossen, äusseren Nervenzellen in derselben und zeigt sich nach innen und nach aussen scharf abgesetzt, indem sowohl hier als dort Müller'sche Fasern über und unter der grauen Masse liegen; die scharfe Begrenzung kommt daher in der That nicht der grauen Masse allein zu, die vielmehr mit ihren grossen und kleinen Nervenzellen bald mehr, bald weniger nach der einen und der anderen Seite hinübergreift (Fig. 7). In diesem seitlichen dunklen Streifen treten vor Allem die grossen Nervenzellen hervor. Sie haben meist eine spindelförmige Gestalt und liegen überwiegend mit ihrem Längsdurchmesser quer; dazwischen kommen aber auch solche vor, deren Längsdurchmesser die longitudinale oder eine schräge Richtung einnimmt (c.—c' c''). Die kleinen Nervenzellen werden bei der Untersuchung des Rückenmarkes in ganzer Dicke gewöhnlich übersehen, indem sie theils von den grossen Nervenzellen verdeckt werden, theils ihrer helleren Beschaffenheit wegen überhaupt schwieriger wahrzunehmen sind. An dünnen Längsschnitten in wagerechter Ebene zeigen sie sich dagegen ganz unzweifelhaft (d d.) Was nun die Fortsätze dieser Zellen anbetrifft, so sieht man sie in grosser Menge nach innen und aussen die Grenze des dunklen Streifens überschreiten. Von den nach aussen gehenden Fortsätzen habe ich sehr häufig solche mit aller Deutlichkeit wahrgenommen, welche eine weite Strecke ganz gerade oder wenig schräg oder wellig verliefen und dann, entweder nahe dem äusseren Rande oder weiter von diesem entfernt, plötzlich aufhörten, meist wie abgerissen. Ich glaube mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass sie zum grossen Theil auf dem Wege zu den oberen und unteren Wurzeln entweder wirklich abgerissen waren oder blos dem Auge sich entzogen, weil die Anfänge der Wurzeln in ganz anderen Ebenen liegen als die graue Masse der dunklen Streifen. Diejenigen Fortsätze aber, welche sich dem äusseren Rande des Rückenmarkes bedeutend nähern, können unmöglich zu den Wurzeln in directer Beziehung stehen und entsprechen den bei der Betrachtung der Querschnitte erwähnten radiären Fasern, welche, wie kaum zu bezweifeln, in die longitudinale Richtung übergehen. Wenn

ich bereits oben, als von den Querschnitten die Rede war, des häufigen Vorkommens von Nervenzellen nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes und zwischen diesem und dem äusseren Ende der grauen Masse habe Erwähnung thun müssen, so gewinnt man doch erst bei der Untersuchung des ganzen Rückenmarkes eine vollständige Kenntniss von ihrer Anordnung. An manchen Stellen des Rückenmarkes sieht man nahe dem äusseren Rande eine Zelle hinter der anderen, an anderen Stellen lassen sie grössere Zwischenräume zwischen sich frei. In den meisten Fällen gleichen diese Zellen vollkommen den kleineren Zellen der grauen Masse, in einigen wenigen dagegen hatten sie viel bedeutendere Dimensionen und standen den grossen Zellen nicht nach. Ich bin daher zweifelhaft, ob sie ihrer specifischen Bedeutung nach zu den kleinen oder zu den grossen Nervenzellen gezählt werden sollen, oder ob diese und jene soweit die Grenze der grauen Masse überschreiten. Owsiannikow hat ohne Zweifel die Zellen, von denen eben die Rede ist, auch gesehen, scheint sie aber nur auf die oberen Wurzeln zu beziehen, was wenigstens zum grossen Theil nicht mit Recht geschehen kann; er sagt: „Secundum nervorum, qui radices posteriores constituunt, decursum gangliorum cellulae, latitudine 0,003''' par., longitudine 0,005''' praeditae, subrotundae ac bipolares sunt positae.“[1])

Statt nun von den nach innen gehenden Fortsätzen zu reden, will ich vorher bemerken, dass der ganze Zwischenraum zwischen den beiden seitlichen dunklen Streifen von zahlreichen queren und verschiedenartig schrägen, oft sich kreuzenden Axencylindern durchsetzt wird. Stilling hat hiervon eine ziemlich gute Abbildung geliefert.[1]) Einen Theil dieser Axencylinder kann man mit Leichtigkeit als Fortsätze der Nervenzellen in den dunklen Streifen nachweisen, von anderen gelingt es nicht. Letzteres wird nicht weiter auffallen, wenn man sich erinnert, wie sehr die Fasern der unteren Commissur von der Ebene abweichen können, in welcher die grossen äusseren Nervenzellen liegen. Dass die erwähnten Axencylinder aber wenigstens

1) A. a. O. S. 17.

zum Theil der unteren Commissur angehören, wird nach dem über die Beschaffenheit der Querschnitte Mitgetheilten, und daraus, dass sie entschieden unter den Müller'schen Fasern liegen, nicht bezweifelt werden können. Ich bin aber auch der Ueberzeugung, dass ein anderer Theil der Axencylinder eine hintere Commissur bildet. Ueber ihre Lage zum Centralcanal kann man sich leicht durch veränderte Einstellung des Focus Gewissheit verschaffen und ihre Verbindungen mit kleinen Nervenzellen treten bei der Untersuchung des ganzen Rückenmarkes so häufig und so unzweideutig hervor, dass auch hierüber vollkommene Sicherheit gewonnen werden kann. Die Axencylinder der hinteren Commissur nähern sich viel seltener als die der vorderen der rein queren Richtung und kommen daher nicht wohl bei der Untersuchung von Querschnitten zur Anschauung. Aus Obigem erhellt zur Genüge, dass ich mit Bidder und Kupffer, welche „bei keinem Wirbelthiere" eine obere oder hintere Commissur durch Nervenfasern zugeben, [1]) nicht übereinstimmen kann.

Ausser den nach aussen und nach innen gehenden Fortsätzen der Zellen in den seitlichen dunklen Streifen beobachtet man auch gar nicht selten nach vorn und nach hinten verlaufende, aber meist nur kurze Fortsätze oder Zellen, von denen sich nur nach vorn und nach hinten Fortsätze erstrecken. Ich bin aber nicht im Stande zu behaupten, dass das letztere Verhalten ein normales ist. Owsiannikow meint, dass von den Nervenzellen ausser den queren Fortsätzen immer noch ein dritter zum Gehirn abgehe, also in longitudinaler Richtung sich nach vorn erstrecke. Hiergegen muss ich besonders betonen, dass die Fortsätze dieser Richtung eben so oft nach hinten als nach vorn verlaufen. Den directen Uebergang dieser Fortsätze in die Fasern der weissen Masse, wie ihn Owsiannikow zeichnet, [3]) habe ich nie beobachtet, denn wenngleich ich sehr häufig Fortsätze der Nervenzellen schräg in die weisse Masse eindringen sah, so entzogen sie sich doch immer sehr bald dem

1) A. a. O. S. 53.
2) A. a. O. S. 20.
3) A. a. O. Tab. II. Fig. III. e.

Auge, noch bevor sie dort die rein-longitudinale Richtung angenommen hatten.

Dass man an hinreichend feinen Längsschnitten in wagerechter Ebene auch die Bindegewebskörper zur Anschauung bekommt, bedarf kaum der Erwähnung.

Längsschnitte, welche in einer senkrechten Ebene aus dem Rückenmark genommen werden, bieten der Untersuchung in sofern Vortheile, als sie bei bedeutender Länge von äusserster Dünnheit leicht dargestellt werden können, wenn man das Rückenmark von *Petromyzon*, in eine Spalte eines stärkeren Rückenmarkes eingeklemmt, mit diesem gleichzeitig schneidet. An solchen Schnitten kann man z. B. die Axencylinder mit der grössten Deutlichkeit über Strecken von einem halben Zoll und mehr verfolgen. Nicht weniger klar bieten sich die Bestandtheile der grauen Masse dar und überhaupt sind diese Schnitte ganz ebenso instructiv als Querschnitte, was von Längsschnitten in einer wagerechten Ebene nicht in gleichem Maasse behauptet werden kann; wenigstens bin ich nicht im Stande gewesen, die letzteren ganz untadelhaft und in grösserer Anzahl nach einander aus einem und demselben Stück des Rückenmarkes herzustellen. — An senkrechten Längsschnitten kann man sich ebenso wie an den wagerechten von der constanten, oben bereits erwähnten Beschaffenheit des Stranges in dem Centralcanale überzeugen. Ferner zeigt sich sehr bestimmt, dass die grossen inneren Nervenzellen immer über den Müller'schen Fasern der inneren Gruppe liegen und von ihnen noch durch eine dünne Lage grauer Masse getrennt werden (Fig. 9 d. e., grosse Nervenzellen, b. eine Müller'sche Faser). Die nach vorn und nach hinten abgehenden Fortsätze der grossen Nervenzellen weichen von der longitudinalen Richtung meist etwas ab, indem sie schräg nach oben verlaufen, also eher sich von Müller'schen Fasern entfernen, als ihnen sich nähern.

Ueber die graue Masse mit ihren verschiedenen Bestandtheilen wüsste ich nichts Besonderes anzuführen, dass nicht schon in den früheren Erörterungen erledigt wäre. Dagegen mag noch erwähnt werden, dass man an solchen Längsschnit-

ten gar nicht selten mitten in der weissen Masse, sowohl über als unter der grauen, kleine Nervenzellen antrifft, von denen nach oben und nach unten, also gegen die Oberflächen des Rückenmarkes und gegen die graue Masse, Fortsätze auslaufen, die theils den hinteren Wurzel-, theils den radiären Fasern angehören mögen (Fig. 8 c. d.). Ausser den entschiedenen Fortsätzen von Nervenzellen sieht man noch von der grauen Masse, namentlich von der, welche den Centralcanal umgiebt, sehr zahlreiche gekrümmte Fasern von meist sehr geringem Durchmesser ausgehen: in manchen Fällen scheint deren Zusammenhang mit den Bindegewebskörpern oder mit den Cylinderzellen des Centralcanales kaum bezweifelt werden zu können, in anderen Fällen hat es vielmehr das Aussehen, als wenn sie von der Substanz, welche zwischen diesen Zellen liegt, ausgehen. Ich muss gestehen, dass ich nicht im Stande bin mit absoluter Sicherheit zu sagen, welches Verhältniss das ausschliesslich bestehende ist, oder ob beide angenommen werden sollen.

Aus den oben im Speciellen mitgetheilten Untersuchungen ergeben sich folgende Resultate:

1) Das Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis L.* erscheint im frischen Zustande nicht weiss, sondern farblos und durchsichtig. Dieses Aussehen rührt davon her, dass die longitudinalen Fasern, welche die graue Masse umgeben, kein derartiges Nervenmark besitzen wie die Fasern der weissen Masse bei den übrigen Wirbelthieren. Ob zwischen den Axencylindern und dem umhüllenden Bindegewebe gar keine dem Mark entsprechende Substanz existire, bleibt ferneren Untersuchungen vorbehalten.

2) Weder eine Fissura longitudinalis inferior, noch eine Fissura longitudinalis superior findet sich bei *Petromyzon*. Statt der letzteren bewirken von der grauen Masse, welche den Centralcanal umgiebt, ausgehende Bindegewebsfasern eine Scheidung in zwei Seitenhälften.

3) Die graue Masse entspricht in ihrer Umgrenzung einigermassen der Form des ganzen Rückenmarkes und weicht

wie diese von der Beschaffenheit des Rückenmarkes der meisten Wirbelthiere auffallend ab. Sie stellt ein plattes Band dar, welches in der Mitte, den Centralcanal umschliessend, und noch stärker in der äusseren Hälfte verdickt, zwischen diesen beiden Stellen am dünnsten ist. Von der Mitte der grauen Masse erstreckt sich bis zur unteren Fläche des Rückenmarkes eine breite Fortsetzung, und erzeugt so unterhalb des Centralcanales eine Scheidung in zwei Seitenhälften.

4) Der Centralcanal hat in den mittleren Theilen des Rückenmarkes ein ovales oder langrundes Lumen, dessen längster Durchmesser senkrecht zur Länge des Rückenmarkes liegt, in dem vorderen und hinteren Ende einen kreisförmigen Umfang. Er liegt immer der unteren Fläche des Rückenmarkes näher als der oberen; am bedeutensten ist diese Verschiedenheit des Abstandes am hinteren Theile des Rückenmarkes.

5) Im Centralcanal findet sich constant ein Strang, der grosse Aehnlichkeit mit einem Axencylinder besitzt.

6) Die graue Masse besteht aus einer granulirt oder gestreift erscheinenden Grundsubstanz, in welcher, von dem Epithel des Centralcanales und von den Axencylindern abgesehen, vier Arten von Zellen liegen:

a) die kleinsten finden sich allenthalben zerstreut und stimmen in ihrem optischen Verhalten mit den sog. Bindegewebskörpern vollständig überein;

b) die Nervenzellen, stets von bedeutender Grösse und meist mit mehreren starken Fortsätzen versehen, lassen nach ihrer Beschaffenheit und Anordnung drei Arten unterscheiden:

α) grosse innere Nervenzellen. Sie liegen neben der Mittellinie im oberen Rande der grauen Masse, haben die Gestalt von abgeplatteten Kugeln und senden meist nach vorn und nach hinten je einen Fortsatz ab, welcher sich im weiteren Verlauf etwas nach aussen und oben wendet. Bisweilen kommt noch ein dritter Fortsatz vor, der gerade nach aussen verläuft. Mit den Müller'schen Fasern stehen sie in dem grössten mitt-

leren Theile des Rückenmarkes in durchaus keiner Beziehung.

β) grosse äussere Nervenzellen. Sie haben sehr verschiedene Formen, meist aber langgestreckte, liegen im äusseren Abschnitt der grauen Masse und senden mehrere Fortsätze, von denen ich höchstens 6 an einer Zelle beobachtet habe, aus. Die Fortsätze sind die Axencylinder der Fasern, welche als untere Wurzeln aus dem Rückenmark hervortreten, die untere Commissur bilden, als radiäre nach aussen verlaufen und höchst wahrscheinlich auch direct in die longitudinalen Fasern übergehen;

γ) kleine Nervenzellen. An Gestalt gleichen sie den vorigen, an Grösse stehen sie ihnen bedeutend nach; sie sind heller, werden von Carmin weniger intensiv gefärbt und liegen theils zwischen den grossen Nervenzellen, theils mehr nach innen als diese. Ihre viel schwächeren Fortsätze gehen zur Eintrittsstelle der oberen Wurzel, bilden radiäre Fasern der hinteren Commissur.

7) Ausser den Nervenzellen der grauen Masse finden sich auch noch andere an vielen Stellen zwischen den longitudinalen Fasern. Am meisten constant sind diejenigen, welche entweder nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes oder zwischen diesem und dem äusseren Ende der grauen Masse angetroffen werden. Sie liegen meist quer und senden ihre Fortsätze zunächst nach innen und nach aussen.

8) Weder die Commissurenfasern noch die Wurzelfasern erreichen die Nervenzellen als Norm in rein querer Richtung.

9) Die longitudinalen Fasern zeigen höchst auffallende Differenzen der Breite. Die stärksten, sog. Müller'sche Fasern, liegen in zwei Gruppen, jederseits eine aus 6—8 Fasern bestehend, neben der Fortsetzung der grauen Masse, welche sich vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes erstreckt, ferner über und nach aussen von dem äusseren Ende der grauen Masse. Von den inneren Müller'schen Fasern lässt es sich unzweifelhaft nachweisen, dass sie continuirlich,

aber nach hinten an Durchmesser abnehmend, die ganze Länge des Rückenmarkes durchziehen und, abgesehen von dem unbekannten Anfange und Ende, keine Verbindungen weder mit Nervenzellen noch mit Nervenfasern eingehen. Die Axencylinder der Müller'schen, mitunter auch anderer, starker Fasern erscheinen im Querschnitt sehr unregelmässig, häufig abgeplattet, halbmondförmig, und erfüllen nur selten das Lumen der Fasern.

10) Die Unterscheidung der Nervenfasern des Rückenmarkes von denen der peripherischen Nerven ist aufzugeben, weil die primitive Scheide der letzteren nicht weniger ein accessorisches Gebilde ist als die Umhüllung von Bindegewebe, welche die ersteren besitzen. Blutgefässe kommen im Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis* sehr spärlich, in der Pia mater dagegen sehr reichlich vor.

Dorpat, den 26. Mai 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt aus der Mitte des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis.*

a. Centralcanal, von kegelförmigen Epethelialzellen umgeben.
b. Querschnitt des im Centralcanal liegenden Stranges.
c c. Müller'sche Fasern der inneren Gruppe mit ihren Axencylindern.
d. Eine der inneren grossen Nervenzellen.
e e. Aeussere Müller'sche Fasern.
f f. Aeussere grosse Nervenzellen.
g g. Kleine Nervenzellen.
h. Bindegewebskörper.
i. Bindegewebsstrang, vom Centralcanal zur oberen Fläche des Rückenmarkes aufsteigend.
k. Axencylinder der unteren Commissur.
l. Fortsatz einer grossen äusseren Nervenzelle, zur Eintrittsstelle der unteren Wurzeln verlaufend.
m o. Nervenzellen zwischen den longitudinalen Fasern.
n. Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes.
p. Eine kleine, dunkle Nervenzelle.

Fig. 2. Desgleichen.

a. Aeusseres Ende des Schnittes, dem seitlichen Rande des Rückenmarkes entsprechend.

b. Eine der inneren Müller'schen Fasern.

c. Die graue Masse im Umriss.

d. Eine grosse äussere Nervenzelle mit zwei Fortsätzen, von denen der eine

e. zur Insertionsstelle der unteren Wurzel, der andere

f. zur unteren Commissur verläuft.

g. Eine Faser der unteren Wurzel.

Fig. 3. Desgleichen.

a) Centralcanal.

b. Aeusserer Rand des Rückenmarkes.

cccc. Innere Müller'sche Fasern.

d. Graue Masse im Umriss.

e. Eine äussere grosse Nervenzelle, von der

g. ein Axencylinder bis in die Nähe des Seitenrandes des Rückenmarkes verläuft.

g' g' Aehnliche Axencylinder, deren Zusammenhang mit Nervenzellen aber nicht beobachtet wurde.

f. Eine äussere grosse Nervenzelle, von der zwei längere Fortsätze oder Axencylinder ausgehen, der eine

h. wird zu einer Faser einer unteren Spinalnervenwurzel, der andere

i. trägt zur Bildung der unteren Commissur bei, zu der auch

k k l. als Axencylinder ohne erkennbaren Zusammenhang mit Nervenzellen gehören.

Fig. 4. Desgleichen.

a. Centralcanal.

b b. Zwei innere Müller'sche Fasern im Durchschnitt.

c. Eine kleine Nervenzelle, von der

d. ein Fortsatz wie zur Bildung einer oberen Commissur nach innen verläuft.

Fig. 5. Desgleichen.

a. Seitlicher Rand des Rückenmarkes.

b. Eine hart an diesem Rande liegende Nervenzelle, von der

c. ein langer Fortsatz gerade nach innen,

d. ein kürzerer nach aussen und ein dritter

d' nach unten verläuft.

Fig. 6. Desgleichen.

e. Oberer Rand des Rückenmarkes.

f. Eine kleine Nervenzelle mit

g. einem Fortsatze zur Insertionsstelle der oberen Spinalnervenwurzeln.

Fig. 7. Theil eines horizontalen Längsschnittes vom Rückenmark des *Petromyzon fluviatilis L.*

a. Eine innere (durchscheinende),

b. eine äussere Müller'sche Faser.

c c. Aeussere grosse Nervenzellen, deren Längsdurchmesser von links nach rechts geht;

c' c'' eben solche Zellen, mit von vorn nach hinten sich erstreckendem oder schräg liegendem Durchmesser.

d d. Kleine Nervenzellen.

e. Lücken neben den grossen Nervenzellen.

Fig. 8. Verticaler Längsschnitt desselben Rückenmarkes.

a. Der Raum, welchen die über der grauen liegende weisse Masse einnimmt.

b. Der unter der grauen Masse liegende Abschnitt der weissen. In der grauen Masse liegen grosse und kleine Nervenzellen und Bindegewebskörperchen.

c. Eine mitten in der weissen Masse oberhalb der grauen liegende Nervenzelle.

d. Eine eben solche unterhalb der grauen Masse.

e. Eine kleine Nervenzelle, deren Fortsatz sich nach oben, wahrscheinlich zu einer oberen Spinalnervenwurzel erstreckt.

f f f. Nach unten verlaufende Fortsätze der grossen Nervenzellen zu unteren Spinalnervenwurzeln oder zur unteren Commissur.

g g. Lücken neben den grossen Nervenzellen, ohne Zweifel erst bei der Erhärtung des Rückenmarkes entstanden.

k. Bindegewebskörperchen.

Fig. 9. Verticaler Längsschnitt desselben Rückenmarkes.

a. Eine Faser der oberhalb der grauen liegenden, weissen Masse.

b. Eine innere Müller'sche Faser.

c c'. Graue Masse.

d e. Zwei innere grosse Nervenzellen.

Fig. 10. Centralcanal aus dem Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis L.*

a. Lumen desselben.

b. Ein in demselben vorkommender Strang.

Fig. 11. Querdurchschnitt zweier Müller'schen Fasern, in denen von dem Axencylinder, dessen Centrum dunkler erscheint, einfache oder verästelte Fäden bis an die Höhlenwandung sich erstrecken.

Fig. 12. Bindegewebskörper der Pia mater.

Fig. 13. Ein Blutgefäss der Pia mater aus einem Chromsäurepräparat mit wohl erhaltenen Blutkörperchen.

Fig. 14. Einige Zellen der zwischen Pia mater und Dura mater liegenden Substanz.

Physiologische Untersuchungen über die quantitativen Veränderungen der Wärmeproduction.

Von

Dr. Liebermeister.

Assistenzarzte der medicinischen Klinik und Privatdocenten an der Universität Tübingen.

(Fortsetzung.)

Zweiter Artikel.

Ueber die quantitativen Veränderungen der Wärmeproduction unter der Einwirkung des kalten Bades und der kalten Luft.

Als wichtigstes Resultat der im ersten Artikel mitgetheilten Untersuchungen habe ich bisher nur die Thatsache constatirt, dass durch Wärmeentziehungen von der Haut aus, so lange die Intensität und die Dauer derselben innerhalb gewisser noch nicht näher erforschter Grenzen bleibt, die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle bei gesunden Menschen, welche sich vorher unter normalen Temperaturverhältnissen befanden, niemals erniedrigt, in vielen Fällen erhöht wird. Ich habe es vermieden, das für die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle gefundene Resultat als ein für die Körpertemperatur gültiges auszusprechen, weil meiner Ansicht nach in Folge der neueren Untersuchungen über die Temperaturtopographie des thierischen Körpers kaum noch, wie früher, von der „Körpertemperatur“ die Rede sein kann. Noch weniger schien es mir erlaubt, aus den bisher mitgetheilten Untersuchungen einen Schluss zu ziehen auf die quantitativen Veränderungen, welche die Wärmeproduction in Folge der besprochenen Einwirkungen erfährt. Und doch würden die Untersuchungen erst dann Werth für die Physiologie besitzen, wenn

dieselben über diese quantitativen Verhältnisse Aufschluss zu geben im Stande wären. Die Physik hat bereits begonnen, die Untersuchungen über die Quantität der Kräfte und über die bei den Uebertragungen und Umsetzungen der verschiedenen Formen der Kräfte zur Geltung kommenden Quantitätsverhältnisse in den Vordergrund zu stellen; und ich zweifle nicht, dass, wie für die Chemie eine glänzende Aera begann, als die Untersuchungen sich hauptsächlich der Erforschung der quantitativen Verhältnisse zuwandten, so auch für die Physik eine neue Aera beginnen werde, sobald einst der Begriff der Quantität der Kräfte und die Erforschung der quantitativen Verhältnisse in allen physikalischen Disciplinen volle Geltung erlangt haben wird. Diese neuere Richtung der physikalischen Forschung ist von grossem Einflusse auf die innerhalb der Physiologie auftretenden Richtungen gewesen; man muss sogar gerade den Physiologen das grosse Verdienst zusprechen, zuerst in vollster Allgemeinheit die Bedeutung dieser neueren Richtung erkannt und die Probleme so wie die zu erwartenden Resultate dargelegt zu haben. Aber nichtsdestoweniger wurden die Schwierigkeiten, welche die quantitative Erforschung der innerhalb der Organismen zur Geltung kommenden Kräfte darbietet, nicht unterschätzt, und leider sind diese Schwierigkeiten in den meisten Fällen der Art, dass wir uns vorläufig auf eine nach anerkannt falscher Methode ausgeführte Abschätzung dieser quantitativen Verhältnisse beschränken müssen. Vermittelst einer derartigen, in ihren Resultaten nur einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit darbietenden Abschätzung zog schon Currie aus seinen Versuchen über die Wirkung des kalten Bades den Schluss, dass „die Wärme im Bad mit vierfach erhöhter Schnelle erzeugt werden musste"; in Folge einer solchen Abschätzung ist auch F. Hoppe der Ansicht, dass die Resultate seiner Versuche „mit den nöthigen theoretischen Voraussetzungen über eine gut geregelte Heizung in den Organismen sehr wohl übereinstimmen." Auch mir drängte sich nach den über die Temperaturverhältnisse der geschlossenen Achselhöhle unter verschiedenen äusseren Einwirkungen gewonnenen Erfahrungen die Vermuthung auf, dass in Folge

der Einwirkung der Kälte auf die Körperoberfläche eine bedeutende Steigerung der Wärmeproduction stattfinde.

Aber wenn auch durch diese Annahme auf die einfachste Weise die Thatsache erklärt wird, dass bei einer verhältnissmässig bedeutenden und lange dauernden Steigerung des Wärmeverlustes die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle constant bleibt oder sogar steigt, so lässt sich doch nicht verkennen, dass gegen die Nothwendigkeit einer solchen Schlussfolgerung mancherlei Einwände möglich sind. Ich erwähne, mit Uebergehung vieler der möglichen, aber an sich unwahrscheinlichen oder leicht zu widerlegenden Einwände, zunächst eine Annahme, welche, so lange sie nicht widerlegt ist, die Sicherheit der Schlussfolgerung in Frage stellen könnte. Wir wissen, dass das Blut in den verschiedenen Provinzen des Körpers und in den verschiedenen Gefässen sehr wesentliche Unterschiede der Temperatur darbietet, dass namentlich im Allgemeinen das von der äusseren Oberfläche des Körpers und das von den Lungen zurückkehrende Blut eine niedrigere Temperatur, das aus inneren Organen zurückkehrende eine höhere Temperatur besitzt, als das von den entsprechenden Arterien zugeführte. Es wäre immerhin denkbar, dass in Folge der Einwirkung der Kälte auf die äussere Haut eine solche Veränderung in der Circulation bewirkt würde, dass der Haut in der Achselhöhle grössere Quantitäten des aus inneren Organen zurückkehrenden oder geringere Quantitäten des von der Peripherie zurückkehrenden Blutes zugeführt und dadurch die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle gesteigert würde. Dass in manchen Fällen Veränderungen der Circulation von Einfluss sein können auf die Temperatur eines bestimmten Ortes, lässt sich nicht bezweifeln. Würde z. B. ein Mensch, bei dem man eine Temperaturbestimmung im Rectum anstellt, plötzlich mit kaltem Wasser übergossen, so würde die dadurch hervorgerufene Circulationsstörung allein hinreichen, um eine geringe, aber vielleicht doch bemerkbare Erniedrigung der Temperatur im Rectum herbeizuführen: das Rectum gehört zu den Stellen des Körpers, welche eine höhere Temperatur besitzen, als das in den Herzhöhlen enthaltene Blut (L. Fick); entsteht

in Folge einer plötzlichen Abkühlung eine Contraction der Arterien der Haut, so muss eine grössere Quantität von Blut nach den inneren Organen ausweichen,[1]) und da die Temperatur dieses Blutes geringer ist, als die Temperatur der inneren Organe, so muss in diesem Falle aus der Vermehrung der Blutzufuhr und der Circulationsgeschwindigkeit in den inneren Organen eine Abnahme der Temperatur derselben resultiren. Vielleicht war dieser Umstand nicht ganz ohne Einfluss auf die Resultate einiger der im ersten Artikel erwähnten Versuche von F. Hoppe; im dritten Artikel werde ich ein einzelnes Beispiel einer ähnlichen Wirkung mittheilen. — Die Annahme, dass durch eine Veränderung in den Verhältnissen der Circulation ein Steigen der Temperatur der Achselhöhle bewirkt werden könnte, wäre freilich viel weniger wahrscheinlich und für sich allein wohl nicht zur Erklärung der Thatsachen ausreichend.

Wichtiger ist die Berücksichtigung eines anderen Verhältnisses, welches jedenfalls bei der zu erörternden Frage wesentlich in Betracht kommt, und bei dessen Besprechung es sich nur darum handeln kann, ob der Effect desselben gross genug sei, um ohne die Annahme einer gesteigerten Wärmeproduction die beobachteten Thatsachen zu erklären. Es sind dies die durch Einwirkung der Kälte auf die äussere Haut sehr wesentlich modificirten Verhältnisse der Temperatur und der Circulation in der äusseren Haut, die durch Bergmann[2]) zuerst eine genügende Würdigung erfahren haben. Die Quantität der in bestimmter Zeit von der Haut an das umgebende Medium abgegebenen Wärme ist ceteris paribus abhängig von der Temperaturdifferenz, welche zwischen der Haut und dem umgebenden Medium besteht. Die äusseren Schichten des Körpers

---

1) Dass eine solche „Intropulsion" des Blutes unter gewissen Umständen stattfinden muss, ist nicht zu bestreiten; doch möchte ich derselben allein jetzt nicht mehr so bedeutende Wirkungen auf die inneren Organe zuschreiben, als ich früher anzunehmen geneigt war. Vgl. meine Inauguraldissertation: De fluxione collaterali, Gryphiae 1856.

2) Nichtchemischer Beitrag zur Kritik der Lehre vom Calor animalis. J. Müller's Archiv für Anat., Phys. u. s. w. Jahrg. 1845.

erfahren durch eine energische Wärmeentziehung eine Temperaturerniedrigung, und diese Temperaturerniedrigung wird um so bedeutender, da in Folge des Einflusses der Kälte die contractilen Elemente der Haut und der Blutgefässe in Contractionszustand versetzt und auf diese Weise die Circulation in der Haut und dadurch die Wärmezufuhr von inneren Organen aus vermindert wird. In Folge dessen wird eine im ersten Momente der Einwirkung bestehende grosse Differenz zwischen der Temperatur der Haut und der Temperatur des umgebenden Mediums nach kurzer Zeit herabgesetzt und der anfangs verhältnissmässig sehr bedeutende Wärmeverlust wesentlich ermässigt. Ohne das Bestehen einer solchen Regulirung des Wärmeverlustes würde es auch bei der Voraussetzung sehr grosser quantitativer Veränderungen der Wärmeproduction schwerlich begreiflich sein, dass trotz des überaus grossen Wechsels der Aussenverhältnisse die Temperatur im Inneren der „Thiere von constanter Temperatur" nur geringen Schwankungen unterliegt. Bergmann ist geneigt, diesem „Mechanismus" eine so grosse Wirksamkeit zuzuschreiben, dass durch denselben „die Gleicherhaltung der inneren Temperatur des Körpers ohne eine beständige Anpassung der Wärmeerzeugung an jene die Wärmeableitung äusserlich bedingenden Momente erklärbar wird;" und es würde gewiss a priori nichts Stichhaltiges dagegen eingewendet werden können, wenn man annehmen wollte, dass bei der Einwirkung von kaltem Wasser oder von kalter Luft auf die äussere Haut bald eine solche Verminderung des anfangs sehr bedeutenden Wärmeverlustes herbeigeführt werde, dass auch ohne Steigerung der Wärmeproduction ein Constantbleiben oder sogar ein Steigen der Temperatur in den tieferen Theilen die Folge dieser Einwirkung sein könnte. Hält doch einer derjenigen Physiologen, welche am Entschiedensten die physikalische Richtung vertreten, es für möglich, die enormen Temperatursteigerungen bei fieberhaften Zuständen „abzuleiten aus verminderter Wärmeableitung, die, wenn sie in geeignetem Maasse einträte, selbst bei verminderter Verbrennung eine abnormere Steigerung der Temperatur zu Wege bringen könnte. Eine directe Entscheidung der Frage

. . . könnte natürlich nur durch calorimetrische Versuche herbeigeführt werden.“ [1])

Calorimetrische Untersuchungen gehören bekanntlich zu den schwierigsten Aufgaben, welche die physikalische Forschung zu lösen hat. Physiologische calorimetrische Untersuchungen sind selbst bei Thieren von geringerer Grösse so bedeutenden Schwierigkeiten unterworfen, dass seit den Untersuchungen von Dulong und Despretz keine Arbeiten in dieser Richtung unternommen worden sind. Bei Menschen anzustellende genaue calorimetrische Untersuchungen endlich würden enorme Hülfsmittel erfordern.

Zur Entscheidung der Frage, ob durch die Einwirkung kalten Wassers auf die Körperoberfläche die Wärmeproduction gesteigert werde, sind aber vielleicht genaue quantitative Bestimmungen nicht erforderlich. Methoden, welche sehr grosse Fehlerquellen darbieten, können sichere Resultate liefern; dazu ist aber erforderlich, dass man die Grenzen kenne, welche die Fehler nicht überschreiten können, und dass die Differenz der zu vergleichenden Resultate ausserhalb dieser Grenzen liege. Freilich liefert eine Methode, bei welcher die möglichen Fehler gering sind, häufig Resultate, welche nach einer mit grösseren Fehlern behafteten Methode gar nicht zu erlangen sein würden. Es kam also darauf an zu untersuchen, ob die bei Einwirkung des kalten Wassers auf die äussere Haut etwa stattfindende Veränderung der Wärmeproduction als so bedeutend sich herausstelle, dass die aus den Beobachtungen sich ergebende Differenz grösser als der mögliche Fehler sei. In diesem Falle lieferte die angewandte Methode ein vollkommen sicheres Resultat; im anderen Falle konnte sich nur ergeben, dass die Methode zur Entscheidung der Frage ungenügend sei.

Zunächst würde es wichtig sein, die Wärmequantitäten zu kennen, welche unter normalen Verhältnissen von den dem Versuche unterworfenen Individuen producirt werden. Zu einer auch nur annähernd genauen directen Feststellung derselben

1) A. Fick, die medicinische Physik. Braunschweig 1860. S. 214.

fehlte mir jede Methode. Es ergiebt sich aber, wie zuerst Helmholtz[1]) gezeigt hat, aus einer überschlägigen Rechnung, welche einerseits auf die bei Thieren angestellten calorimetrischen Untersuchungen von Dulong und Despretz, andererseits auf die zahlreichen Untersuchungen über die Quantität der von gesunden Menschen ausgeschiedenen Kohlensäure sich stützt, dass ein gesunder Mensch von 51—62 Kgr. Körpergewicht (innerhalb dieser Grenzen lag das Gewicht der Versuchspersonen) durchschnittlich in einer Minute eine Wärmequantität producirt, welche zwischen 1,2 und 1,7 Cal.[2]) liegt. Da unter gewöhnlichen Verhältnissen die Temperatur des Körpers annähernd constant bleibt, so ist der durchschnittliche Wärmeverlust genau gleich der durchschnittlich producirten Quantität.

Zuerst habe ich zwei sehr einfache Versuche angestellt, welche über die Quantität der Wärme, die während eines kalten Bades von der Körperoberfläche an das Wasser abgegeben wird, genügenden Aufschluss ertheilen. In eine kupferne Badewanne waren vorher möglichst genau 160 Litres Wasser abgemessen und der Wasserstand an mehreren Stellen der inneren Wand durch Einschnitte markirt worden. Diese Wanne diente zu allen Versuchen, bei welchen die Kenntniss der Quantität des angewandten Wassers erforderlich war.

16. Versuch. 14. Juni 1859, Abend.

Die Badewanne wurde bis zur Marke mit Wasser gefüllt; die Temperatur des Wassers betrug unmittelbar vor dem Einsteigen in das Bad 20°,10, die Temperatur der Luft im Badezimmer 19°,6. Die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle

1) Artikel „Wärme" in der Berliner Encyclopädie u. s. w. Band 35. 1846.

2) Als Wärmeeinheit (Calorie) ist im Folgenden diejenige Quantität von Wärme verstanden, welche hinreicht, um die Temperatur von 1 Kilogramm Wasser um 1 Grad C. zu erhöhen. Ein Theil der Physiker und namentlich die Mehrzahl der Physiologen betrachtet als Wärmeeinheit diejenige Quantität, welche hinreicht, um die Temperatur von 1 Gramm Wasser um 1 Grad zu erhöhen; es würde diese letztere Einheit tausendmal kleiner sein. Ich ziehe, dem anderen Theile der Physiker folgend, die grössere Einheit vor, weil ich dadurch am Leichtesten übermässig grosse Zahlen vermeide, deren vielziffrige Genauigkeit doch nur eine scheinbare sein würde.

wurde vor dem Bade (9 h. 42′) = 37°,40, die Pulsfrequenz = 78, die Respirationsfrequenz = 19 gefunden. Das Bad dauerte von 9 h. 50′ bis 9 h. 59½′. Während des Bades war sehr heftiges Kältegefühl vorhanden, und bald trat ein ziemlich starkes Zittern ein. Im Anfange war die Respiration sehr beschleunigt und tief, später wurde die Frequenz derselben normal, die einzelnen Athemzüge tief, unregelmässig und coupirt. Fortwährend war der ganze Körper, so wie auch der Kopf bis auf einen Theil des Gesichtes unter Wasser getaucht. Gegen Ende des Bades sank das Thermometer in der Achselhöhle, welche durch festes Andrücken des Oberarmes an den Thorax vor dem Eindringen des Wassers möglichst geschützt wurde, um ein Geringes und zeigte beim Aussteigen 37°,30. Eine Viertelstunde nach dem Bade, nach leichtem Ankleiden ohne Wegnahme des Thermometers, während noch immer etwas Kältegefühl und Mattigkeit vorhanden war, zeigte das Thermometer in der Achselhöhle während 12 Minuten 36°,8—36°,9. Eine Stunde nach dem Bade betrug die Temperatur der Achselhöhle während des Sitzens im Zimmer, dessen Temperatur = 11°,3 war, zwischen 36,50 und 36,62, Zahlen, welche um ein Geringes niedriger sind, als das Mittel aus den unter gewöhnlichen Verhältnissen um diese Tageszeit (gegen 11 Uhr Abends) beobachteten Temperaturgraden (dieses Mittel beträgt 36,87).

Unmittelbar nach dem Aussteigen aus dem Bade betrug die Temperatur des Wassers 20°,60 und sank in den folgenden 30 Minuten bis 20°,48. (Am Morgen des folgenden Tages, 6½ h., betrug die Temperatur des Wassers in der Wanne 19°,70). Daraus ergiebt sich, dass während einer halben Stunde in Folge der etwas niedrigeren Temperatur der Luft eine Abkühlung des Wassers von 0°,12 stattfand; für die 9½ Minuten des Versuches würde sich also als nothwendige Correction wegen der Abkühlung des Wassers 0°,03—0°,04 ergeben, und die Temperatur des Wassers würde zu Ende des Versuches, wenn keine Abkühlung erfolgt wäre, 20°,63 betragen haben. Die Temperatursteigerung, welche das Wasser durch die Wärmeabgabe von der Körperoberfläche erfuhr, betrug mithin 0°,53, und die Quantität der an das Wasser abgegebenen Wärme = 160. 0,53 = 84,8 Cal. [1]) Es ist dies nicht die ganze Quantität der von dem Körper während der Dauer des Versuches abgegebenen Wärme, da die durch die kleine nicht untergetauchte

1) Ich habe hier, wie im Folgenden, die Temperaturveränderungen, welche die Wanne selbst erleidet, ganz ausser Acht gelassen, obwohl wegen der an vielen Stellen stattfindenden unmittelbaren Berührung der Körperoberfläche mit dem Metalle die Quantität der an letzteres abgegebenen und von demselben nur zum Theil dem Wasser mitgetheilten Wärme vielleicht nicht unbeträchtlich ist; die Berücksichtigung dieses Fehlers würde hier wie in Folgendem eine Erhöhung der erlangten Werthe zur Folge haben.

Fläche des Gesichtes so wie die durch die Respiration an die Luft abgegebene Wärmequantität nicht bestimmt werden konnte. Als Grösse des Wärmeverlustes für eine Minute würden sich 8,9 Cal. ergeben, zu welcher Zahl die an die Luft abgegebene Wärme noch hinzuzufügen wäre. Der Wärmeverlust betrug also während dieser $9^1/_2$ Minuten (mein Körpergewicht schwankte zu dieser Zeit zwischen 51 und 51,5 Kgr.) etwa das Sechsfache oder Siebenfache des mittleren normalen Wärmeverlustes.

Ich theile noch einen Versuch mit, welcher in ähnlicher Weise wie der zuletzt beschriebene angestellt wurde. Da aber bei einer Temperatur des Wassers von 20°—21° ein so intensives Kältegefühl eintrat, dass ich ein Bad von dieser Temperatur nur kurze Zeit zu ertragen vermochte, so stellte ich diesen folgenden Versuch bei einer wesentlich höheren Temperatur an. Es war wegen der bedeutenden Differenz zwischen der Temperatur des Wassers und der umgebenden Luft vorauszusehen, dass während der Dauer des Versuches eine bedeutende Abkühlung stattfinden werde, deren Grad genau bekannt sein musste, wenn der daraus hervorgehende Fehler mit hinreichender Genauigkeit eliminirt werden sollte. Eine annähernd genaue Kenntniss und Correction dieses Fehlers konnte dadurch erreicht werden, dass in eine zweite in demselben Raume befindliche der ersten durchaus gleiche Wanne eben so viel Wasser hineingelassen wurde, dessen Temperatur aber, analog der bei ähnlichen Untersuchungen gebräuchlichen Compensationsmethode, zu Anfang des Versuches ungefähr um so viel höher war, als sie voraussichtlich zu Ende desselben niedriger sein würde, als die Temperatur des Wassers in der ersten Wanne. Da ich während des Versuches so weit unter Wasser getaucht war, dass nur ein kleiner Theil des Gesichtes sich ausser Wasser befand, so war die durch Strahlung und Verdunstung sich abkühlende Oberfläche in beiden Wannen annähernd gleich. Bewegungen wurden während der Dauer des Bades nur so viel gemacht, als zum Zählen der Puls- und Respirationsfrequenz vermittelst einer nur so weit als durchaus nöthig über die Oberfläche des Wassers gehaltenen kleinen Sanduhr nöthig waren.

17. Versuch. 15. Juni 1859, Nachmittag.

Vor Beginn des Versuches zeigte das Thermometer in der

Achselhöhle längere Zeit constant 37,60. Die Temperatur des Badewassers betrug unmittelbar vor dem Einsteigen 30°,13. Die Dauer des Versuches war 35 Minuten. Die Pulsfrequenz betrug während des Bades anfangs 66, später 70. Die Respiration erfolgte sehr tief, anfangs 16, später 14 Mal in der Minute. Das Kältegefühl war ziemlich lebhaft; doch trat erst gegen Ende des Versuches mässiges Zittern ein. Beim Aussteigen aus der Badewanne betrug die Temperatur in der Achselhöhle 37°,32, war also während der Dauer des Bades um 0°,28 gesunken. Unmittelbar nach dem Bade betrug die Pulsfrequenz 70, die Respirationsfrequenz 16. Die Temperatur der Achselhöhle war 37 Minuten nach Beendigung des Bades = 36°,75.

9 Minuten nach Beendigung des Bades zeigte das wohl umgerührte Badewasser 29°,80; die Temperatur desselben war also um 0°,33 gefallen. Das Wasser in der zweiten Badewanne, dessen Temperatur unmittelbar vor Beginn des Versuches = 30°,50 gewesen war, zeigte, ebenso umgerührt, 9 Minuten nach Beendigung des Versuches eine Temperatur von 29°,50; die Temperatur desselben war also in der gleichen Zeit um 1°,00 gefallen. Die Differenz der beiden Zahlen, welche das Sinken der Temperatur des Wassers in beiden Wannen ausdrücken, ergiebt die durch die Wärmeabgabe des Körpers bewirkte Steigerung der Temperatur des Wassers, welche ohne die Wirkung der Abkühlung eingetreten sein würde. Dieselbe beträgt 0°,67. Die Quantität der Wärme, welche das Wasser während der Dauer des Bades dem Körper entzog, ist also = 160 · 0,67 = 107,2 Cal., oder, für eine Minute berechnet, = 3,1 Cal. Der ganze Wärmeverlust ist noch um das Quantum grösser, welches von dem unbedeckten Theile des Gesichtes und von den Lungen an die Luft abgegeben wurde. Der Wärmeverlust im Bade von etwa 30° beträgt also mehr als das Doppelte des mittleren unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindenden Wärmeverlustes.

Aus diesen beiden Versuchen, welche die Quantität der während der Dauer des Bades an das Wasser abgegebenen Wärme ohne wesentlichen Fehler bestimmen lassen, können wir freilich nicht in directer Weise einen Schluss auf die Quantität der während der Dauer des Versuches producirten Wärme machen, da jedenfalls bei Weitem nicht die ganze Quantität der an das Wasser abgegebenen Wärme während des Versuches producirt worden ist. Zwar war das Thermometer in der Achselhöhle während der Dauer des Bades in dem einen Versuche nur um 0°,1, in dem anderen um 0°,28 gesun-

ken.[1]) und dieses Verhalten liefert den Beweis, dass die Temperatur der tief gelegenen Körpertheile nicht bedeutend erniedrigt worden war; die Temperatur der oberflächlich gelegenen Schichten erlitt jedoch jedenfalls eine Erniedrigung, obwohl auch noch gegen Ende der Versuche, wie die Berührung der unter Wasser befindlichen Kugel eines Thermometers mit irgend einer Stelle der Körperoberfläche zeigte, die Temperatur der Haut weit höher war, als die Temperatur des Badewassers. Das, was ich bei Besprechung der im ersten Artikel mitgetheilten Versuche über die Differenzen gesagt habe, welche die Temperatur der Achselhöhle und die der Mundhöhle unter dergleichen Verhältnissen darbieten, scheint zu beweisen, dass diese Abkühlung der Oberfläche bis zu einer ziemlich bedeutenden Tiefe deutlich bemerkbar ist. Würden wir diese Abkühlung der Oberfläche vernachlässigen, so würden wir demselben Einwande Raum geben, welchen Liebig gegen die Resultate der calorimetrischen Untersuchungen von Dulong und Despretz machte; und in unserem Fallė wäre der Fehler vielleicht so bedeutend, dass das ganze Resultat in Frage gestellt würde. Um daher aus den Ergebnissen unserer Versuche auf die Quantität der während des kalten Bades producirten Wärme zu bestimmen, würde es nöthig sein, für jeden Körpertheil genau den Grad der Abkühlung zu kennen, welche er im kalten Bade erleidet; und die Unmöglichkeit, dieses Erforderniss zu realisiren, ist die grosse Schwierigkeit, welche sich der Lösung der gestellten Aufgabe entgegenstellt. — Ich werde im Folgenden zwei verschiedene Methoden angeben, vermittelst welcher ich diese Schwierigkeit zu umgehen und zu sicheren Resultaten zu gelangen suchte.

Die eine dieser Methoden war folgende: Wenn es gelang, dem kalten Bade eine hinreichend lange Dauer zu geben und

1) Ob dieses Sinken des Thermometers auf einem Sinken der Temperatur der Achselhöhle in Folge der zu lange fortgesetzten Wärmeentziehung oder auf einem Beobachtungsfehler beruhe, bin ich nicht im Stande zu entscheiden. So sehr die Analogie der früheren und der späteren Versuche für das Letztere spricht, habe ich doch im Folgenden immer das Erstere vorausgesetzt.

während desselben von Zeit zu Zeit die Temperatur des Wassers genau festzustellen, so konnte man die in den verschiedenen Zeiträumen von der Körperoberfläche an das Wasser abgegebenen Wärmequantitäten genau bestimmen. Es war vorauszusehen, dass sich dabei Folgendes herausstellen werde: in den ersten Zeitabschnitten musste die Temperatursteigerung, welche das Wasser erfuhr, verhältnissmässig sehr bedeutend sein, weil der Körperoberfläche eine grosse Quantität von Wärme entzogen wurde. Wenn aber die Abkühlung der Körperoberfläche einen gewissen Grad erreicht hatte und bis zu einer gewissen Tiefe fortgeschritten war, so musste, vorausgesetzt, dass die Temperatur in einer grösseren Tiefe, z. B. in der Achselhöhle, keine weitere Veränderung erlitt, allmählig ein stationäres Verhältniss zwischen der Temperatur der verschiedenen Körpertheile eintreten, und wenn diese Grenze erreicht war, so konnte nur noch so viel Wärme an das Wasser abgegeben werden, als in gleicher Zeit producirt wurde. Wann dieses stationäre Verhältniss eintreten werde, ob nach einigen Minuten oder erst nach Stunden, ob nicht, ehe dasselbe einträte, die Temperatur in der Achselhöhle in Folge excessiven Wärmeverlustes bedeutend sinken werde, darüber konnte nur der Versuch entscheiden. Zur Anstellung des Versuches waren zwei Personen erforderlich, eine, welche das kalte Bad nahm, eine andere, welche die Temperatur der Achselhöhle und des Wassers von Zeit zu Zeit notirte. Da ich selbst die letztere Rolle übernahm, so handelte es sich nur darum, Jemanden zu finden, welcher geneigt wäre, einige Zeit ruhig liegend im kalten Bade zuzubringen, eine Procedur, die im höchsten Grade unangenehm und vielleicht, obwohl schon von anderen Forschern mehrfach ausgeführt, nicht ganz ohne Gefahr war, der aber ausserdem genug Interesse an der Sache besässe, um, was unter diesen Verhältnissen die grösste Schwierigkeit darbietet, die Achselhöhle um das Thermometer so fest zu schliessen, dass ein Eindringen des Wassers vollständig verhindert würde. Herr E. Bertog, seit dem 1. Januar 1860 Unterarzt der medicinischen Klinik zu Greifswald, der an den mitgetheilten Untersuchungen ein grosses Interesse

nahm und sehr wohl die ganze Bedeutung der zu lösenden Frage verstand, erbot sich zu diesem Versuche. Ich spreche demselben für die wesentliche Unterstützung, welche er mir bei den nachstehenden, so wie auch bei anderen Untersuchungen geleistet hat, meinen Dank aus.

Eine Schwierigkeit, welche zum Theil deshalb so bedeutend war, weil die nachstehenden Versuche im Winter angestellt wurden, bestand darin, dass, wenn auch durch vorhergegangene Heizung die Temperatur der Luft im Badezimmer annähernd auf die Höhe gebracht worden wäre, welche das anzuwendende Wasser besass, dennoch eine Abkühlung des Badewassers stattfinden musste, weil sowohl das Fenster als auch die nach Aussen stossende Wand des Baderaumes immer eine niedrigere Temperatur besassen als die Luft im Baderaume, und weil deshalb fortwährend eine lebhafte Verdunstung des Wassers in der Wanne und ein Niederschlag auf das Fenster und die Wand stattfand. Es stellte sich jedoch durch fortgesetzte Beobachtung der Abkühlung des Badewassers heraus, dass dieselbe sehr gleichmässig von Statten ging, und dass die Schwankungen derselben innerhalb der beim Ablesen der Temperatur stattfindenden Fehlergrenzen lagen. Man konnte daher mit Sicherheit darauf rechnen, dass durch Beobachtung der Abkühlung vor und nach dem Versuche der durch die Abkühlung verursachte Fehler mit hinreichender Sicherheit eliminirt werden könne. Zur ferneren Controlle diente eine zweite in demselben Raume befindliche Badewanne, welche mit der gleichen Quantität Wasser von annähernd gleicher Temperatur gefüllt war. Da aber diese letztere von dem zur Zeit des Versuches noch immer deutlich Wärme strahlenden Ofen entfernt, der Aussenwand des Raumes aber näher stand, so liess sich nicht, wie bei den im Sommer angestellten Versuchen, erwarten, dass die Abkühlung in beiden Wannen genau gleichen Schritt halten werde. Die Beobachtungen zeigen, dass in Folge der theilweisen Ausgleichung der Temperatur des Ofens und der Wand während der Dauer des Versuches die Abkühlung der ersten Wanne zu-, die der zweiten abnahm. Die Uebereinstimmung der Beobachtungen mit diesen a priori vorauszu-

setzenden Verhältnissen bestätigt die Möglichkeit einer vollkommen genügenden Correction des aus der Abkühlung entspringenden Fehlers. — Die Aufzählung mancher anderer selbstverständlicher Vorsichtsmassregeln kann ich übergehen.

18. Versuch. 21. Februar 1860, vor dem Mittagessen.

Versuchsperson: Herr E. Bertog. Derselbe ist vollkommen gesund, hat während der letzten Wochen sehr oft morgens früh eine kalte Brause (von 2°—6°) genommen. Sein Körpergewicht beträgt (unbekleidet) 61,95 Kgr. Zimmertemperatur zu Anfang des Versuches 20°,3, gegen Ende desselben 20°,0. Temperatur der äusseren Luft 3°,3.

Zwei kupferne Badewannen von gleicher Grösse und Form sind mit je 160 Litres Wasser gefüllt, dessen Temperatur vor Beginn des Versuches vermittelst genauer in einen Kork gesteckter und dadurch schwimmend erhaltener Thermometer beobachtet wird; vor jeder Beobachtung wird das Wasser mit einem Stecken umgerührt. — Die Wanne II. steht weiter vom Ofen entfernt und der nach Aussen stossenden Wand des Baderaumes näher.

Zeit	Temperatur des Wassers in Wanne I.	Temperatur des Wassers in Wanne II.
12 h. 57′	22,47	—
1 h. 3′	22,43	—
1 h. 12′	22,33	22,02
1 h. 16′	22,30	21,96
1 h. 21′	22,25	21,88
1 h. 25′	22,22	21,82

Mittelwerth der Abkühlung während 1 Minute:
0°,0089 0°,0154

Vor dem Versuche sitzt Herr B., mit dem Thermometer in der Achselhöhle, mit Hose, Pantoffeln und dem übergehängten Schlafrock bekleidet:

Zeit	Pulsfrequenz	Respirationsfrequenz	Temperatur der Achselhöhle
12 h. 58′	74	16	37,40
1 h. 4′	—	—	37,50
1 h. 14′	—	—	37,53
1 h. 18′	82	16	37,63
1 h. 22′	—	—	37,60
1 h. 25′	—	—	37,55

Um 1 h. 26′ Einsteigen in die Wanne I. In derselben liegt Herr B. mit dem Thermometer in der geschlossenen Achselhöhle, so dass nur das Gesicht vom Munde aufwärts nebst einem Theil des behaarten Kopfes über Wasser sich befindet. Vor jeder Beobachtung der Temperatur des Badewassers wird dasselbe möglichst vollständig umgerührt und durch Untersuchen der Temperatur an verschiedenen Stellen die Garantie für die gleichmässige Verbreitung der Temperatur des Wassers zu erlangen gesucht.

Zeit	Temperatur des Badewassers	Temperatur der Achselhöhle
1 h. 27′	—	37,50
1 h. 28′	22,45	37,60
1 h. 31′	22,52	37,72
1 h. 34′	22,59	37,65
1 h. 38′	22,70	36,8
1 h. 40′	—	36,9
1 h. 42′	—	36,95
1 h. 43½′	22,78	—

Von 1 h. 38′ an werden die Temperaturbestimmungen in der Achselhöhle unbrauchbar; um 1 h. 38′ drehte ich, um genauer ablesen zu können, am oberen Ende anfassend, das Thermometer leicht um seine Längsachse und sah die Quecksilbersäule, welche bis dahin ungefähr den früheren Stand zeigte, plötzlich sinken und schnell bis 36,8 zurückgehen. Dieses plötzliche Sinken beruhte unzweifelhaft auf dem Eindringen von Wasser in die Achselhöhle.[1])

Um 1 h. 43′ Aussteigen aus dem Bade. Die letzte Temperaturbestimmung des Badewassers (1 h. 43½′) wurde erst nach sorgfältigem Umrühren gemacht.

Nachdem Herr B. fast vollständig angekleidet war (1 h. 53½′), betrug seine Pulsfrequenz im Sitzen 56 Schläge in der Minute.

Die Abkühlung des Wassers in beiden Wannen wurde noch einige Zeit hindurch beobachtet.

Zeit	Temperatur des Wassers in Wanne I.	Wanne II.
1 h. 43½′	22,78	21,54
1 h. 51′	22,70	21,45
1 h. 58′	22,60	21,36
3 h. 19′	21,60	20,30
Mittelwerth der Abkühlung während 1 Minute:	0°,0124	0°,0130

Der Mittelwerth für die Abkühlung der Wanne II. hatte während der Dauer des Versuches 0°,0151 betragen. Als Mittel für die Abkühlung des Badewassers während einer Minute ergiebt sich durch Zusammenfassung der vor und nach dem Bade gefundenen Mittelwerthe 0°,0107. Wenn wir diesen Werth zur Correction der Temperatur des Wassers während der einzelnen Zeitabschnitte des Versuches zu Grunde legen,

1) Auch ohne die directe Beobachtung des plötzlichen Sinkens würde eine in 4 Minuten erfolgende gleichmässige Erniedrigung der Körpertemperatur um 0°,85 für den vorliegenden Fall sich als eine Unmöglichkeit herausstellen. Setzen wir die mittlere Wärmecapacität des Körpers = 0,83 (s. den III. Artikel), so würden in 4 Minuten 43 Cal. aus dem Körper verschwunden sein, während das Wasser in derselben Zeit nur 24 Cal. aufgenommen hätte.

so ergiebt sich ein kleiner Fehler, da zu Anfang des Versuches die Abkühlung etwas langsamer von Statten ging, als zu Ende desselben. In Folge dessen müssen die Zahlen, welche für die an das Wasser abgegebene Wärmequantität erhalten werden, zu Anfang des Versuches etwas zu gross, zu Ende desselben etwas zu klein ausfallen. Doch ist dieser Fehler zu unbedeutend, um einer Correction zu bedürfen.

Berechnen wir die Quantität der Wärme, welche in den einzelnen Zeitabschnitten des Versuches an das Wasser abgegeben wurde, so sehen wir, dass diese Quantität für gleiche Zeiträume schon nach kurzer Zeit annähernd constant wird.

Dauer des Versuches	Quantität der Wärme, die während 1 Minute an das Wasser abgegeben wurde	
0′— 2′	21,0 Cal.	
2′— 5′	5,4 „	
5′— 8′	5,4 „	
8′—12′	6,1 „	5,2 Cal.
12′—17′	4,4 „	

Die Schwankungen, welche nach Verlauf von 2 Minuten noch vorhanden sind, liegen innerhalb der beim Bestimmen der Temperatur des Wassers unvermeidlichen Fehler. Ziehen wir, wie es hinter der Columne geschehen ist, die beiden letzten Intervalle zusammen und berechnen die von der 8. bis zur 17. Minute in jeder Minute stattfindende Wärmeabgabe, so ist die Gleichmässigkeit der während der letzten 15 Minuten erhaltenen Resultate fast vollständig und, wenn wir die vorauszusetzenden Schwankungen der zu findenden Werthe berücksichtigen, in hohem Grade überraschend.

Die Temperaturbestimmungen in der Achselhöhle zeigen, dass bis zur 12. Minute des Versuches sicherlich keine Abkühlung der inneren Körpertheile stattgefunden hatte. Die von der 12. bis zur 16. Minute abgelesenen Temperaturgrade sind unbrauchbar; aber das stetige Steigen des Thermometers nach wiederhergestelltem Verschlusse der Achselhöhle zeigt wenigstens, dass auch in dieser Periode des Versuches eine bedeutende Erniedrigung der der geschlossenen Achselhöhle entsprechenden Temperatur nicht stattgefunden hatte. Wir sehen daher aus der Zusammenstellung der in den einzelnen Intervallen des Versuches für gleiche Zeiten erhaltenen Werthe der Wärmeabgabe, dass bereits nach Verlauf von 2 Minuten jenes erwartete stationäre Verhältniss zwischen der Temperatur der verschiedenen Körpertheile vorhanden war, nach dessen Eintritt ein weiteres Erkalten des Körpers nicht mehr stattfindet; die Quantität der Wärme, welche während der letzten 15 Minuten des Versuches an das Wasser abgegeben wurde, muss daher während dieser 15 Minuten producirt worden sein.

Die Wärmeproduction betrug also während dieser 15 Minuten 77,8 Cal. und während jeder einzelnen Minute 5,3 Cal.;

zu diesen Werthen wäre noch die Quantität hinzufügen, welche von dem unbedeckten Theile des Kopfes und von den Lungen an die Luft abgegeben wurde. Aber auch wenn wir diese letztere nicht bestimmbare Quantität gänzlich unberücksichtigt lassen, so zeigt sich doch, dass die Wärmeproduction bei ruhigem Liegen im Bade von 22°—23° mehr als das Dreifache der unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindenden mittleren Production beträgt.

Herr Bertog erbot sich zu einer Wiederholung des Versuches. Damit aber der Versuch möglichst lange fortgesetzt werden könne, wurde Wasser von etwas höherer Temperatur angewandt. Zwar musste bei höherer Temperatur des Wassers der durch die Abkühlung desselben während der Dauer des Versuches herbeigeführte Fehler weit bedeutender sein; doch hatte sich diese Abkühlung als eine so gleichmässig erfolgende gezeigt, dass sich voraussetzen liess, es werde auch bei stärkerer Abkühlung der dadurch herbeigeführte Fehler mit hinreichender Genauigkeit corrigirt werden können. Zugleich wurde bei diesem Versuche die Vorsicht beobachtet, dass das in der Achselhöhle liegende Thermometer niemals berührt wurde; auf diese Weise konnte ein Eindringen von Wasser in die Achselhöhle, wie es beim vorigen Versuche stattgefunden hatte, sicherer vermieden werden.

19. Versuch. 23. Februar 1860, Vormittags.

Die Verhältnisse sind im Allgemeinen dieselben, wie beim 18 Versuche. Die Zimmertemperatur beträgt zu Anfang des Versuches 18°,8, gegen Ende desselben 19°,1. Die beiden Wannen haben denselben Stand, wie beim vorigen Versuche. Vor Beginn des Versuches wurde die Abkühlung des Wassers beobachtet.

Zeit	Temperatur des Wassers in Wanne I.	Wanne II.
11 h. 51′	25,14	25,07
11 h. 57′	25,04	24,90
12 h. 1½′	24,97	24,80
12 h. 5′	24,90	24,73
12 h. 10′	24,82	24,60
12 h. 13½′	24,77	24,55

Mittelwerth der Abkühlung während 1 Minute:
0°,0164 0°,0231

Vor dem Versuche sitzt Herr B., vollständig entkleidet, mit dem Thermometer in der Achselhöhle.

Zeit	Puls-frequenz	Respirations-frequenz	Temperatur der Achselhöhle
12 h. 2′	80	14	37,50
12 h. 6′	—	—	37,60
12 h. 11′	—	—	37,69
12 h. 14′	—	—	37,60

Einsteigen in die Wanne um 12 h. 15′. Lage in derselben wie beim vorigen Versuche.

Zeit	Temperatur des Badewassers	Temperatur der geschlossenen Achselhöhle	
12 h. 16′	—	37,70	
12 h. 17′	24,90	37,75	
12 h. 18¾′	24,94	37,70	Während der Dauer des Bades sehr intensives Kältegefühl; gegen Ende desselben etwas Zittern.
12 h. 21′	24,96	37,75	
12 h. 23½′	25,00	37,72	
13 h. 26′	25,03	37,77	
12 h. 29′	25,04	37,88	
12 h. 31½′	25,06	37,87	
12 h. 35′	25,08	—	Herr B. ist wegen starker Ermüdung der Arme nicht mehr im Stande, die Achselhöhle geschlossen zu halten. Das Thermometer wird entfernt und sogleich in die Mundhöhle unter die Zunge gebracht; der Mund vorher und nachher geschlossen.
12 h. 36′	—	36,30	Thermometer in der Mundhöhle.
12 h. 41½′	—	36,60	Ebenso.

Um 12 h. 41½ Aussteigen aus der Badewanne; das in der Mundhöhle gehaltene Thermometer zeigt ½—1 Minute nach dem Aussteigen 36,85.

Das Wasser in beiden Wannen wird vorsichtig umgerührt, die Temperatur bestimmt und die Abkühlung weiter beobachtet.

Zeit	Temperatur des Wassers in Wanne I.	Wanne II.
12 h 43′	25,10	23,93
12 h. 45′	25,03	23,88
1 h. —′	24,77	23,59
Mittelwerth der Abkühlung während 1 Minute:	0°,0194	0°,020

Während der Dauer des Versuches hatte der Mittelwerth für die Abkühlung in Wanne II. 0°,021 betragen.

Als Mittel aus den für die Abkühlung der Wanne I. vor und nach dem Versuche gefundenen Werthen ergiebt sich für 1 Minute 0°,0179. Auch bei diesem Versuche ist der Umstand zu beobachten, dass, da wir bei der Berechnung der an das Wasser abgegebenen Quantitäten für die ganze Versuchsdauer dieses Mittel zu Grunde legen, die Resultate zu Anfang dieses Versuches um ein Geringes zu hoch, gegen Ende desselben etwas zu niedrig ausfallen müssen. Da bei diesem Ver-

suche die Temperatur des Wassers verhältnissmässig häufiger beobachtet wurde, so müssen wegen der Kleinheit der Zeitintervalle die Einzelresultate mit viel grösseren Fehlern behaftet sein; eine annähernde Uebereinstimmung kann daher nur dann erwartet werden, wenn die kleineren Intervalle zu grösseren zusammengefasst werden. Ziehen wir je zwei der kleineren Intervalle zu einem grösseren zusammen, so ergeben sich die in der letzten Columne verzeichneten Werthe.

Dauer des Versuchs	Quantität der Wärme, die während 1 Minute an das Wasser abgegeben wurde.	
0' — 2'	15,4 Cal.	11,3 Cal.
2' — 3¾'	6,5 „	
3¾' — 6'	4,3 „	4,9 „
6' — 8½'	5,4 „	
8½' — 11'	4,8 „	4,0 „
11' — 14'	3,4 „	
14' — 16½'	4,1 „	3,9 „
16½' — 20'	3,8 „	
20' — 26½'	4,0 „	4,0 „

Schon bei der Betrachtung der für die kleineren Intervalle gefundenen Zahlen ergiebt sich, dass vielleicht nach $3^{3}/_{4}$, jedenfalls aber nach $8^{1}/_{2}$ Minuten die Gleichmässigkeit der für die einzelnen Intervalle gefundenen Werthe genügend ist, um den Schluss zuzulassen, dass eine weitere Abkühlung des Körpers nicht mehr stattgefunden habe. Die Beobachtung der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle zeigt, dass während der ersten $16^{1}/_{2}$ Minuten des Versuches ein geringes Steigen der Temperatur tiefer gelegener Körpertheile stattfand, dessen Grösse ausserhalb der Fehlergrenzen liegt; das stetig erfolgende Steigen des darauf unter die Zunge gebrachten Thermometers liefert den Beweis, dass in den letzten 10 Minuten ein Sinken der Temperatur der Mundhöhle nicht mehr erfolgte; zugleich bestätigt diese letztere Beobachtung, auf welche ich schon im ersten Artikel hinwies, die Vermuthung, dass unter gewissen Umständen die Temperatur der geschlossenen Mundhöhle wesentlich niedriger sein könne, als die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle. Das beobachtete Steigen der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle würde, wenn es in richtiger Weise verwerthet werden könnte, die für die Wärmeproduction zu findenden Werthe noch vergrössern; sehen wir aber davon ab und vernachlässigen wir auch die Quantität der an die Luft abgegebenen Wärme, so zeigt der Versuch dennoch, dass in den letzten 18 Minuten 71,8 Cal., in jeder Minute 4,0 Cal. producirt wurden, dass also die im Bade von 25° producirte Wärmequantität weit mehr als doppelt so gross war, als der Mittelwerth der unter gewöhnlichen Verhältnissen producirten Quantität. Dass in diesem letzteren Versuche das annähernd stationare Verhaltniss der Temperatur der verschiedenen Kör-

pertheile später eintrat, als in dem vorigen Versuche, mag zum Theil auf der etwas höheren Temperatur des Wassers beruhen; doch zeigt die Betrachtung der Resultate, dass schon nach 2 Minuten die für die Wärmeabgabe in einer Minute gefundenen Zahlen sich sehr dem Werthe nähern, welcher für die später eintretende gleichmässige Wärmeabgabe gefunden wurde. Auch der Umstand, dass die Quantität der producirten Wärme nicht ganz so hoch ist, als die im vorigen Versuche gefundene, scheint zum Theil von der etwas höheren Temperatur des Wassers abzuhängen, und ich verweise in dieser Beziehung hauptsächlich auf die später folgende Vergleichung der Resultate des 16. und 17. Versuches.

So wenig auch die bei den letzten beiden Versuchen angewandte Methode einen wesentlichen Einwand zulässt, so schien es mir doch von Wichtigkeit, da ähnliche Versuche an Menschen bisher niemals ausgeführt worden waren und die Brauchbarkeit meiner Methode nur aus den Ergebnissen der Versuche selbst hervorging, eine Controlle derselben durch Anwendung einer anderen Methode zu versuchen. Eine etwaige Uebereinstimmung der auf verschiedenem Wege erhaltenen Resultate war jedenfalls bei einer so wichtigen und schwierigen Frage sehr werthvoll. Namentlich aber beabsichtigte ich, eine Verwerthung des 16. und 17. Versuchs möglich zu machen, da auf diese Weise nicht nur die Zahl der zur Entscheidung der Frage vorliegenden Versuche vermehrt wurde, sondern auch, da dieselben an einer anderen Versuchsperson angestellt worden waren, der Einfluss individueller Eigenthümlichkeiten ausgeschlossen werden konnte. Ich habe bereits in dem Früheren erwähnt, dass wir einen nach seiner Grösse bisher gar nicht abschätzbaren Fehler begehen würden, wenn wir die im 16. und 17. Versuche hinreichend genau bestimmte Quantität der an das Wasser abgegebenen Wärme vollständig auf Rechnung der während des Bades stattfindenden Wärmeproduction setzen wollten; wenn es aber gelänge, die Grösse dieses Fehlers oder wenigstens die Grenzen, innerhalb deren derselbe liegt, zu bestimmen, so würde es möglich sein, eine Correction desselben auszuführen.

Dass die Temperatur der geschlossenen Achselhöhle durch eine nicht zu lange fortgesetzte und nicht zu intensive Wärmeentziehung nicht herabgesetzt werde, war durch die bereits im

ersten Artikel mitgetheilten Versuche constatirt; über die Tiefe, bis zu welcher die oberflächlicher gelegenen Theile eine Abkühlung erfahren, so wie über den Grad dieser Abkühlung fehlte dagegen jede Vorstellung. Eine Annäherung zu einer Kenntniss dieser Verhältnisse war jedenfalls gegeben, wenn es gelang, mit einiger Sicherheit zu bestimmen, wie viele Wärmeeinheiten nach einer solchen Wärmeentziehung der Körperoberfläche zugeführt werden müssen, um die Temperatur aller Theile des Körpers der im Inneren bestehenden Temperatur gleich zu machen. Es war diese Aufgabe dadurch zu lösen, dass, nachdem die Wärmeentziehung eingewirkt hatte, der ganze Körper in ein Bad eingetaucht wurde, dessen Temperatur gleich der im Inneren des Körpers bestehenden Temperatur war, und in demselben so lange verblieb, bis die Temperatur der Oberfläche genau der im Inneren bestehenden gleich geworden war; die Beobachtung der durch die Eintauchung herbeigeführten Abkühlung des Wassers liess, unter Berücksichtigung der während der Dauer des Versuchs stattfindenden Wärmeproduction, jene gesuchte Grösse finden. Der Bedingung, dass die Temperatur der Oberfläche genau der im Inneren bestehenden gleich werde, konnte in keinem Versuche vollkommen genügt werden; daher sind die Resultate jedenfalls zu niedrig.

20. Versuch. 20. Februar 1860, Vormittag.

Mein Körpergewicht betrug zur Zeit des Versuchs 51,5 Kgr. Temperatur des Badezimmers = 16°,2; Temperatur des zur Brause dienenden Wassers = 3°,8.

In der Badewanne befanden sich 160 Litres warmen Wassers, dessen Temperatur vermittelst eines darin schwimmenden Thermometers bestimmt wurde. Zuerst wurde immer 2 Minuten lang die kalte Brause genommen; dann stieg ich nach raschem Abstreichen des kalten Wassers von der Haut und aus den Haaren in das warme Bad, in welchem ich, bis auf einen sehr kleinen Theil des Gesichtes untergetaucht, 2 Minuten lang blieb; nach dem Aussteigen wurde die Temperatur des Badewassers bestimmt und dann dieselbe Reihenfolge wiederholt. Die Einwirkung des kalten Wassers auf den Kopf bewirkte, wie in einem früheren Versuche, sehr heftige Schmerzen in der Scheitelgegend, die sich aber nach dem Untertauchen in das warme Wasser sogleich wieder verloren.

Zeit	Temperatur des Badewassers	
12 h. 42′	35,50	
		2 Minuten lang kalte Brause, 2 Minuten lang warmes Bad.
12 h. 47′	35,85	
		2 Minuten Brause, 2 Minuten Bad.
12 h. 52′	35,30	
		2 Minuten Brause, 2 Minuten Bad.
12 h. 57′	34,80	

Es musste behufs der Correction die spontane Abkühlung des Badewassers bestimmt werden; es wurde daher Wasser abgelassen und warmes Wasser hinzugefügt, bis die frühere Quantität und annähernd auch die frühere Temperatur wiederhergestellt war. Vor jedem Ablesen der Temperatur wurde das Wasser umgerührt.

Zeit	Temperatur des Badewassers	
1 h. 1′	36,70	Spontane Abkühlung während 5 Minuten = 0°,30.
1 h. 6′	36,40	
1 h. 11′	36,15	
1 h. 16′	35,80	
1 h. 21′	35,45	
1 h. 26′	35,20	
1 h. 31′	34,90	
1 h. 36′	34,57	

Aus diesen Daten lässt sich das verlangte Resultat berechnen. Im ersten Falle z. B. betrug die Abkühlung in 5 Minuten 0°,65; die Differenz dieser Abkühlung und der spontan eintretenden entspricht der durch Eintauchen des Körpers während 2 Minuten bewirkten Abkühlung. Diese Differenz beträgt 0°,35, und das Product derselben in die Quantität des Badewassers ergiebt die Zahl der Wärmeeinheiten, welche der eingetauchte Körper dem Wasser entzog. Diese Zahl beträgt

im 1. Falle 56 Cal.
„ 2. „ 40 „
„ 3. „ 32 „
im Mittel 42,7 Cal.

Dieser Mittelwerth ist jedenfalls zu niedrig, da namentlich im 2. und 3. Falle die Temperatur des Wassers zu niedrig war. Zur Bestimmung der Wärmequantität, welche erforderlich ist, um nach der Einwirkung einer kalten Brause von 3°—4° die Temperatur der oberflächlichen Körpertheile so weit zu erhöhen, dass sie annähernd die Temperatur im Inneren erreicht, würde ausserdem noch die Quantität der Wärme hinzuzufügen sein, welche während des zwei Minuten dauernden Bades producirt wurde. Wir werden daher sicher keinen Fehler begehen, wenn wir, uns an das Resultat des ersten Falles haltend, diese Quantität zu mehr als 56 Cal. annehmen. Diese Quan-

tität würde hinreichen, um die Temperatur des ganzen Körpers gleichmässig um mehr als 1°,3 zu erhöhen.

Wenn es gelänge, in ähnlicher Weise die Quantität der Wärme zu bestimmen, welche erforderlich ist, um dem aus mässig kalter Luft in das warme Bad übergehenden Körper annähernd eine gleichmässige der im Inneren bestehende gleiche Temperatur zu geben, so würden wir die Data besitzen, welche zu einer Verwerthung des 16. und 17. Versuches erforderlich sind. Die Differenz nämlich der Wärmequantitäten, welche einerseits der durch kaltes Wasser abgekühlte, andererseits der durch Luft abgekühlte Körper dem warmen Badewasser entzieht, ist gleich der Wärmequantität, welche dem Körper entzogen wird, ohne durch die Production wieder ersetzt zu werden, wenn er aus der Luft in kaltes Wasser übergeht; ich werde diese zu findende Grösse in der Folge als die Quantität der Abkühlung bezeichnen.

21. Versuch. 22. Februar 1860, Vormittag.

Zimmertemperatur = 17°,9, Temperatur der äusseren Luft = 2°,5. In der Badewanne befinden sich 160 Litres Wasser, dessen Temperatur beobachtet wird; vor jeder Beobachtung Umrühren.

Zeit	Temperatur des Wassers	
12 h. 46′	37,32	Spontane Abkühlung während 1 Minute = 0°,056
12 h. 51′	37,03	
12 h. 56′	36,76	

Um 12 h. 57′ Einsteigen in das Bad, nachdem ich vorher 20 Minuten lang entkleidet gewesen war. Dauer des Bades bis 1 h. 2′.

1 h. 2′	36,27

Etwa ½ Minute lang kalte Brause von 3°,4, dann 3—3½ Minute ein kaltes Bad von 20°,4, bis auf das Gesicht untergetaucht. Schnelles Abtrocknen.

1 h. 7½′	35,98

Um 1 h. 7½′ Einsteigen in's warme Bad; Verweilen darin bis 1 h. 13′.

1 h. 13′	35,40	Spontane Abkühlung während 1 Minute = 0°,051.
1 h. 18′	35,12	
1 h. 23′	34,90	
1 h. 30′	34,52	
1 h. 34′	34,33	

Setzen wir die während 1 Minute stattfindende Abkühlung des Badewassers für den einen Versuch = 0°,056, für den anderen = 0°,051, so ergiebt sich als Quantität der dem Wasser entzogenen Wärme beim Uebergange aus der Luft in das warme Wasser die Zahl von 24,6, beim Uebergange aus dem kalten Bade in das warme die Zahl von 18 Cal. Die letztere Zahl

stimmt unter Berücksichtigung der etwas veränderten Verhältnisse hinreichend gut mit den aus dem 20. Versuche sich ergebenden Werthen überein.

In beiden Fällen wurde das warme Bad so lange fortgesetzt, bis die Temperatur der äusseren Haut annähernd die Temperatur des Wassers erreicht hatte; die Controlle dafür wurde dadurch erreicht, dass die Kugel des im Wasser schwimmenden Thermometers zwischen die Knie eingeklemmt und der momentane Effect beobachtet wurde. In beiden Fällen sank gegen Ende des Bades das Thermometer zwischen den Knien nur noch um 0°,2; es war dies ein Beweis dafür, dass die Temperatur der Hautoberfläche noch um mehr als 0°,2 niedriger war, als die Temperatur des Wassers; da aber dieses Verhalten in beiden Fällen in gleicher Weise stattfand, so hat dasselbe auf die Grösse der Differenz der beiden gefundenen Zahlen keinen wesentlichen Einfluss.

Von Wichtigkeit ist es jedoch, dass wir die Verschiedenheit berücksichtigen, welche in Betreff der Wärmeproduction während der Dauer des Bades stattfand; wäre die Quantität der während der Dauer des Bades producirten Wärme in beiden Fällen gleich, so wäre dieselbe auf die Grösse der zu findenden Differenz ohne Einfluss; da aber wahrscheinlich nach Einwirkung des kalten Bades die Wärmeproduction einige Zeit hindurch eine grössere Intensität besass, als nach Einwirkung der kalten Luft, so ist wahrscheinlich der der Quantität der Abkühlung entsprechende Werth um etwas grösser anzunehmen, als die Differenz der gefundenen Zahlen.

Die niedrige Temperatur des Badewassers endlich würde auf die Grösse der Differenz ohne wesentlichen Einfluss sein, wenn die Temperatur in beiden Fällen gleich gewesen wäre; da aber im letzteren Falle die Temperatur um etwa 0°,8 niedriger war, als im ersten, so musste die Differenz beider Zahlen zu niedrig ausfallen.

Wegen der beiden zuletzt angeführten Momente ist daher die 23,4 Cal. betragende Differenz der in den beiden Fällen gefundenen Werthe niedriger als die der Quantität der Abkühlung entsprechende Grösse. Wir können daher aus dem Versuche nur das Resultat mit Sicherheit ableiten, dass die Quantität der Abkühlung beim Uebergang aus Luft von 17°,9 in Wasser von 20°,4 für einen Menschen von 51,5 Kgr. Körpergewicht mehr als 23,4 Cal. beträgt. Vielleicht würden fortgesetzte Untersuchungen auch eine obere Grenze für diesen Werth festsetzen lassen; aber auch bei dieser Unbestimmtheit hat derselbe in Verbindung mit den folgenden Betrachtungen einige Wichtigkeit.

Aus dem 18. Versuche können wir die Quantität der Abkühlung, welche Herr Bertog erlitt, mit einiger Genauigkeit berechnen. Während des stationären Verhältnisses der Körpertemperatur, nach dessen Eintritt eine weitere Abkühlung

nicht mehr stattfand, betrug, abgesehen von der während der Dauer des Versuches jedenfalls annähernd constanten Wärmeabgabe an die Luft, die Wärmeproduction in einer Minute 5,3 Cal.; in den zwei ersten Minuten des Versuches waren aber 42 Cal. an das Wasser abgegeben worden; die Quantität der Abkühlung war also in diesem Versuche = 31,4 Cal. — Im 19. Versuche betrug die Wärmeproduction während 1 Minute 4 Cal.; in den ersten $8\frac{1}{2}$ Minuten waren aber an das Wasser abgegeben worden 65,4 Cal., von denen während dieser $8\frac{1}{2}$ Minuten nur 34 Cal. producirt sein konnten; die Quantität der Abkühlung betrug also 31,4 Cal., eine Zahl, deren vollständig genaue Uebereinstimmung mit dem aus dem 18. Versuche berechneten Werthe gewiss nur zufällig ist. Es ist aber auch eine sehr gute Uebereinstimmung mit dem Werthe vorhanden, welcher im 21. Versuche auf durchaus verschiedenem Wege erhalten wurde. — Wir können daher die aus den Versuchen 18—21 übereinstimmend sich ergebende Grösse von ungefähr 31 Cal. als die Quantität der Abkühlung betrachten, welche ein Mensch von 51,5 bis 62 Kgr. Körpergewicht beim Uebergange aus der Luft von 18°—20° in Wasser von 20°—25° erleidet.

Wenden wir dieses Resultat auf den 16. Versuch an, so sind von den an das Wasser abgegebenen 84,8 Cal. etwa 31[1]) als der Abkühlung entsprechend abzuziehen; ausserdem fand aber auch noch ein Sinken der Temperatur der Achselhöhle um 0°,1 statt; setzen wir voraus, dass dieses Sinken der Temperatur der Achselhöhle einem gleichmässigen Sinken der Temperatur des ganzen Körpers entsprochen habe, so sind von dem Reste noch ungefähr 4,3 Cal. abzuziehen; es bleiben dann für die Production während $9\frac{1}{2}$ Min. 49,5 Cal., oder für jede Minute 5,2 Cal., eine Zahl, welche eine sehr bedeutende Steigerung der Wärmeproduction im kalten Bade beweist. — Wenden wir das aus den letzten Versuchen hervorgehende Resultat auf den 17. Versuch an, so würde zunächst, da die Differenz zwischen der Temperatur des Badewassers und der Temperatur der Achselhöhle nur etwa die Hälfte der bei den früheren Versuchen stattfindenden betrug, auch die Quantität der Abkühlung nur zu etwa 16 Cal. anzunehmen sein; dazu kommt aber noch die Quantität, welche der Abkühlung der tieferen Theile entspricht, und welche, vorausgesetzt, dass sie sich gleichmässig auf alle Theile des Körpers erstreckt habe, ungefähr 12 Cal. betragen würde. Von den der Temperatursteigerung

1) Ich vernachlässige die Verschiedenheit des Körpergewichtes der beiden Versuchspersonen (61—51,5 Kgr.), so wie die noch wichtigere Verschiedenheit der Körperoberfläche, da ich nicht im Stande bin, den dadurch hervorgerufenen Fehler auch nur annähernd zu corrigiren; es ist klar, dass bei Berücksichtigung dieses Fehlers die aus dem Versuche berechnete Wärmeproduction noch um ein Geringes steigen würde.

des Wassers entsprechenden 107,2 Cal. würden also 28 auf die Abkühlung des Körpers, 70,2 auf die Wärmeproduction während des 35 Minuten dauernden Bades kommen; die Wärmeproduction betrug mithin während einer Minute 2,3 Cal., eine Grösse, welche zwar bedeutend geringer ist, als die bei der Einwirkung kälteren Wassers gefundene, welche aber, namentlich unter Berücksichtigung der nicht bestimmbaren an die Luft abgegebene Wärmequantität, auch für das Bad von etwa 30° eine Steigerung der Wärmeproduction mit Sicherheit erkennen lässt.

Durch die übereinstimmenden Resultate sämmtlicher zur calorimetrischen Bestimmung der Wärmeproduction unternommenen Versuche ist also nachgewiesen worden, dass bei ruhigem Liegen in einem Bade von 20°—30° nicht nur der Wärmeverlust, sondern auch die Wärmeproduction gesteigert ist, und zwar in so hohem Grade, dass in einem Bade von 20°—23° die Wärmeproduction das Dreifache bis Vierfache, in einem Bade von 30° das Doppelte der unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindenden mittleren Production beträgt. Sämmtliche Versuchsmethoden sind mit grossen Fehlern behaftet; aber aus dem Vorstehenden geht hervor, dass ich im Allgemeinen diejenigen Fehler, welche einer genügenden Correction nicht fähig waren, in der Weise berücksichtigt habe, dass sie eine Verminderung, nicht aber eine Erhöhung des Resultates bewirken konnten. Ich habe daher die Ueberzeugung, dass Forscher, welche etwa in Zukunft nach weniger fehlerhaften Methoden arbeiten würden, für die Wärmeproduction im kalten Bade wohl noch höhere, sicherlich aber nicht geringere Werthe als die von mir gefundenen erhalten würden.

Wie ich schon im Anfange dieses Artikels angedeutet habe, ist mir aus der Literatur keine Arbeit bekannt geworden, welche den Zweck gehabt hätte, durch directe Versuche die von einem Menschen unter gewissen Verhältnissen producirten Wärmequantitäten zu bestimmen. Aber es finden sich vereinzelte in anderer Absicht angestellte Versuche, deren Data genau genug

angegeben sind, um eine Vergleichung mit den Resultaten der im Obigen mitgetheilten Versuche zuzulassen.

Currie[1]) setzte einen 28jährigen gesunden Menschen in ein Gefäss, welches 170 Gallons (= 634 Litres) Wasser enthielt, dessen Temperatur gleich der der umgebenden und gewöhnlich durch Wind bewegten Luft war und bei den verschiedenen Versuchen 40°—44° Fahrenheit (= 4°,4—6°,6 C.) betrug. Er hatte erwartet, dass nach dem Bade des Badewasser wenig oder gar nicht erwärmt sein werde, besonders da wegen des Windes eine Abkühlung des Wassers hätte stattfinden müssen (a. a. O. S. 329); er fand jedoch, dass die Temperatur des Badewassers nach einer Dauer des Versuches von 12 Minuten um beinahe 1° F. (= 0°,55 C.), nach einer Dauer von 45 Minuten um 3° F. (= 1°,66 C.) zugenommen hatte. Diese Angaben eines, was die Mittheilung des Beobachteten anbetrifft, durchaus zuverlässigen Schriftstellers erlauben eine Vergleichung mit dem, was ich bei Herrn Bertog und bei mir selbst gefunden habe. Die lange Dauer des Versuches, die sehr niedrige Temperatur des benutzten Badewassers gestatten sogar eine Erweiterung der von mir gefundenen Resultate. Bei dem 45 Minuten lang dauernden Versuche wurden von der Versuchsperson 634 · 1,66 = 1052 Cal. an das Wasser abgegeben, also ungefähr so viel, als ein Mensch von mittlerem Körpergewicht innerhalb 10 Stunden producirt; für 1 Minute betrug der Wärmeverlust, wenn wir von der an die Luft abgegebenen Wärmemenge ganz absehen, die enorme Quantität von 23,5 Cal. Wir können aber auch, unter Berücksichtigung der Resultate unserer Versuche über die Quantität der Abkühlung, aus den Daten des Versuches mit einiger Annäherung die Quantität der während des Versuches producirten Wärme berechnen. Im 6. Experiment, bei welchem eine Versuchsdauer von $^3/_4$ Stunden stattfand und die Temperatur des Wassers 40° F. (= 4°,4 C.) betrug, sank die Temperatur der Mundhöhle unter der Zunge, welche vor Beginn des Versuches 97° F. (= 36°,1 C.) betragen

1) Ueber die Wirkungen des kalten und warmen Wassers. Bd. I. Anhang II.

hatte, anfangs auf 92° F. (= 33°,3 C.), blieb einige Minuten auf diesem niedrigem Stande und stieg dann wieder ohne Regelmässigkeit, so dass in der 22. Minute des Versuches das Thermometer in der Mundhöhle 96° F. (= 35°,5 C.) und zu Ende des Versuches 94° F. (= 34°,4 C.) zeigte. Trotz des ungeheuren Wärmeverlustes stand also das Thermometer in der Mundhöhle zu Ende des Versuches nur um 1°,7 C. tiefer, als vor dem Beginn desselben, und auch diese Abnahme der Temperatur der Mundhöhle lässt noch nicht, wie ich in dem ersten Artikel gezeigt habe, auf eine eben so grosse Erniedrigung der Temperatur der tiefer gelegenen Theile schliessen. — Versuchen wir die Quantität der während der Dauer des Versuches producirten Wärme zu berechnen, so ist sicher die für einen Menschen von 51—62 Kgr. Körpergewicht und für ein Bad von 20°—25° als Quantität der Abkühlung des Körpers gefundene Zahl von 31 Cal. viel zu gering. Aber selbst wenn wir diese Zahl vervierfachen und ausserdem noch annehmen, dass das Sinken der Temperatur in der Mundhöhle einem auch in den inneren Körpertheilen gleichmässig stattfindenden Sinken entsprochen habe, so bleibt, abgesehen von der an die Luft abgegebenen Wärme, für die Wärmeproduction in jeder Minute des 45 Minuten dauernden Bades die ungeheure Quantität von ungefähr 18 Cal. Wäre eine vollkommene Garantie vorhanden, dass bei der Beobachtung der Temperatursteigerung des Wassers, welche Currie nur nebenbei und ohne derselben einen sonderlichen Werth beizulegen, vorgenommen zu haben scheint, kein Beobachtungsfehler vorgekommen sei, so würde diese Beobachtung den Beweis liefern, dass in einem Bade von sehr niedriger Temperatur die Wärmeproduction mit einer solchen Intensität vor sich gehen kann, dass sie etwa das Zehnfache der unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindenden mittleren Production beträgt. Jedenfalls aber hat Currie, wenn er annimmt, dass die Wärmeproduction im kalten Bade „mit vierfach erhöhter Schnelle“ vor sich gehe, dieselbe eher zu niedrig als zu hoch geschätzt.

Andere Versuche, welche eine Vergleichung mit den oben mitge-

theilten zulassen, sind in grosser Zahl von Howard Johnson[1]) angestellt worden. Dieser Forscher beschäftigte sich zwar hauptsächlich mit der Erforschung der Wirkung verschiedener Proceduren auf die Pulsfrequenz, aber er hat auch eine beträchtliche Anzahl von Temperaturbestimmungen des Badewassers vor und nach einem kalten Bade angestellt. „Die Versuche in Bezug auf die Erhöhung der Wasserwärme hat der Verfasser deshalb angestellt, weil er der Ansicht war, dass, je grösser die Kräftigkeit des Menschen sei, desto grösseren Einfluss müsse er auf die Erhöhung der Temperatur des Wassers ausüben.“ Wenn die „Lebenskraft“ eines Menschen bedeutend sei, so werde „eben so viel neue Wärme augenblicklich erzeugt, — der Körper wird so warm wie vorher — als das Wasser vom Körper empfangen hat, wenn aber die Lebenskraft vermindert ist, so wird der Wärmeverlust nicht so leicht ersetzt“ u. s. w. (a. a. O. S. 173). Der Verfasser berechnet nicht die Quantität der Wärme, welche an das Wasser abgegeben wurde, sondern giebt nur das Volumen des Wassers und die Temperatur desselben vor und nach dem Bade an. Die einzelnen Temperaturbestimmungen scheinen mit sehr grossen Fehlern behaftet zu sein, doch ist die Zahl der Beobachtungen gross genug, um aus der Zusammenfassung derselben einigermassen sichere Mittelwerthe erwarten zu dürfen; freilich sind einige der vom Verfasser angegebenen Mittelwerthe, vorausgesetzt, dass die deutsche Bearbeitung nicht Druckfehler enthält, falsch berechnet, und ich habe im Folgenden immer die von mir selbst aus den Einzelbeobachtungen berechneten und auf Centesimalgrade reducirten Mittelwerthe zu Grunde gelegt.

Eine Versuchsreihe (16 Einzelversuche) wurde an einem 20jährigen Menschen von 8 Stein Körpergewicht angestellt. Die Quantität des Wassers in der Badewanne betrug 15 Gallons (= 56 Litres); jedes Bad dauerte $1\frac{1}{2}$ Minute. Die Temperatur des Badewassers lag bei den einzelnen Versuchen zwi-

[1]) Untersuchungen über die Wirkung des kalten Wassers auf den gesunden Körper, um seine Wirkung in Krankheiten festzustellen. Aus dem Englischen von Scharlau. Stettin 1852.

schen 4°,2 und 16°,6 und betrug im Mittel 9°,66; die Temperatursteigerung, welche das Wasser nach dem Bade zeigte, betrug im Mittel aus den Versuchen 0°,88. Die Quantität der Wärme, welche während des Bades von dem Körper an das Wasser abgegeben worden war, betrug also 56 · 0,88 = 49,3 Cal. — Zu einer zweiten Reihe von 24 Versuchen diente ein 28jähriger $10^1/_2$ Stein schwerer Mann. Die Wassertemperatur betrug vor dem Versuche im Mittel 7°,52, die Steigerung derselben nach einem Bade von $1^1/_2$ Minuten im Mittel 1°,07, die Quantität des Wassers, wie beim vorigen Versuche, 56 Litres. Die an das Wasser abgegebene Wärme betrug also im Mittel 59,9 Cal. — Die dritte Reihe von 13 Versuchen stellte der Verfasser an sich selbst an. Die Quantität des Wassers war gleich der bei den vorigen Versuchen; die Temperatur desselben vor dem Versuche betrug im Mittel 6°,99, die Steigerung derselben nach dem Bade von $1^1/_2$ Minuten im Mittel 1°,04. Die Quantität der an das Wasser abgegebenen Wärme berechnet sich mithin zu 58,2 Cal.

Bei der Beurtheilung dieser Versuche ist zunächst zu berücksichtigen, dass, da die Temperatur der umgebenden Luft nicht angegeben ist, eine Steigerung der Temperatur des Wassers in der Zwischenzeit zwischen je zwei Beobachtungen unter dem Einflusse der Luft mit Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden kann, dass daher die für die Wärmeabgabe berechneten Werthe wahrscheinlich etwas zu hoch ausgefallen sind. — In unserem 18. Versuche betrug die Quantität der während der ersten 2 Minuten an das Wasser abgegebenen Wärme 42 Cal., in dem 19. Versuche 30,8 Cal. Die in den ersten $1^1/_2$ Minuten abgegebenen Quantitäten sind jedenfalls grösser als $^3/_4$ der in 2 Minuten abgegebenen Menge. Unter Berücksichtigung der grossen Verschiedenheiten des Körpergewichtes, der Körperoberfläche und der Temperatur des angewendeten Wassers sind daher die Resultate der Johnson'schen Versuche vielleicht in genügender Uebereinstimmung mit unseren Resultaten; jedenfalls aber zeigen diese bei niedriger Temperatur des Wassers angestellten Versuche, dass der bei Berechnung

des Currie'schen Versuches zu Grunde gelegte Werth für die Quantität der Abkühlung nicht zu klein angenommen ist.

Johnson hat auch Untersuchungen angestellt über die Temperatursteigerung, welche das Wasser erfährt, wenn ein Mensch, der vorher 1—2½ Stunden lang in nasse Tücher eingepackt gewesen war, oder 2½—4 Stunden in trockenen Tüchern geschwitzt hatte, in ein kaltes Bad gebracht wurde. Da aber bei diesen Versuchen das Bad nur 1 Minute lang dauerte, auch die Versuchsperson, wie es scheint, nicht vollständig untergetaucht, sondern nur mit kaltem Wasser abgerieben wurde, so sind die Resultate nicht wohl zu einer Vergleichung geeignet.

Von grösserem Interesse sind die Resultate, welche der Verfasser bei den Untersuchungen über die Temperaturzunahme des Wassers in Sitzbädern erhielt. Die Quantität des zum Sitzbade benutzten Wassers betrug in allen Versuchen 4 Gallons (= 14,9 Litres); alle Versuche scheinen an demselben Individuum angestellt worden zu sein, dessen Körpergewicht 10½ Stein betrug. Von den 14 mitgetheilten Versuchen hatten 11 eine Dauer von 15 Minuten, 3 eine Dauer von einer halben Stunde. Die Temperatur des Wassers wurde während der 15 Minuten jedesmal nach Verlauf von 5 Minuten bestimmt, bei den drei länger dauernden Versuchen nach Ablauf von 15 Minuten nur noch einmal, bei 30 Minuten. Auch bei diesen Versuchen sind die Einzelresultate mit so auffallenden Beobachtungsfehlern behaftet, dass nur durch Zusammenfassung möglichst vieler derselben ein gewisser Grad von Sicherheit des Resultates erreicht werden kann. Die drei bis zur Dauer von 30 Minuten fortgesetzten Versuche reichen für sich zur Erlangung einigermassen sicherer Mittelwerthe nicht aus; da aber das Intervall von 15 bis 30 Minuten 3mal grösser ist, so lassen die für dieses Intervall beobachteten Differenzen der Wassertemperatur eine grössere Genauigkeit erwarten, als die für die kleineren Intervalle gefundenen; ich werde daher in der folgenden Zusammenstellung, in welcher bis zur Dauer von 15 Minuten die Mittelwerthe aus 14 Einzelversuchen genom-

men sind, für das Intervall von 15 bis 30 Minuten den Mittelwerth aus 3 Versuchen hinzufügen.

Die Temperatur des Wassers betrug im Mittel aus 14 Versuchen zu Anfang des Versuches 7°,59, nach 5 Minuten 9°,72, nach 10 Minuten 10°,81, nach 15 Minuten 11°,47. — Auch bei diesen Versuchen lässt sich eine Steigerung der Temperatur des Wassers unter dem Einflusse der umgebenden Luft nicht ausschliessen.

Die Resultate der Versuche sind folgende:

Dauer des Versuches	Steigerung der Wassertemperatur während des Intervalles	Quantität der Wärme, die während 1 Minute an das Wasser abgegeben wurde.
0′— 5′	2°,13	6,3 Cal.
5′—10′	1°,09	3,2 „
10′—15′	0°,66	2,0 „
15′—30′	1°,77	1,8 „

Da die Differenz der in den beiden letzten Intervallen erhaltenen Resultate jedenfalls innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt, so ergiebt sich aus dieser Zusammenstellung mit einiger Wahrscheinlichkeit der Schluss, dass nach Verlauf von 10 Minuten auch bei einem Sitzbade die Quantität der an das Wasser abgegebenen Wärme für gleiche Zeiträume gleich werde. Leider liegen mir keine Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse der Achselhöhle während der Dauer eines Sitzbades vor. Doch ergiebt sich aus Versuchen, welche Böcker[1]) mittheilt, dass die Temperatur der Mundhöhle während der Dauer eines kalten Sitzbades nicht erniedrigt wird. Dürften wir voraussetzen, dass in allen Theilen, welche von der mit dem Wasser in Berührung befindlichen Oberfläche weit genug entfernt sind, die Temperatur annähernd constant bliebe, so würde die in den letzten 20 Minuten abgegebene Wärmequantität auf Rechnung der Wärmeproduction zu setzen sein. Diese an das Wasser abgegebene Quantität beträgt mehr als $^3/_4$ von derjenigen Wärmemenge, welche ein Mensch von dem angegebenen Körpergewicht in der gleichen Zeit unter gewöhn-

1) Ueber die Wirkung der Sitzbäder, der Brause und der nassen Einwicklung. Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre u. s. w. VI. Band. S. 71, XIII. Tabelle.

lichen Verhältnissen producirt. Berücksichtigen wir, dass die gesammte von der nicht mit Wasser in Berührung befindlichen Hautfläche, so wie die von den Lungen an die äussere Luft abgegebene Quantität nicht in Rechnung gezogen ist, so würde eine oberflächliche Veranschlagung eine durch das Sitzbad herbeigeführte gesteigerte Wärmeproduction ergeben, deren Werth freilich vielleicht kaum das $1^1/_2$fache der mittleren normalen Production betragen, also bei Weitem nicht die hohen Grade der für das kalte Vollbad nachgewiesenen Steigerung erreichen würde.

Ueber die Temperaturzunahme, welche das zu einem Sitzbade benutzte Wasser zeigt, hat auch Dr. L. Lehmann,[1]) derzeit Arzt der Wasserheilanstalt Rolandseck bei Bonn a. Rh., Versuche angestellt. Er fand als Mittel aus 17 Versuchen, die er an sich selbst anstellte, dass eine Quantität von 45 preuss. Pfunden Wasser, dessen Temperatur zu Anfang der Versuche 5°,4—11° R. betrug, nach einer Dauer des Bades von einer Viertelstunde um 1°,6 R. erwärmt wurde. Es wurde bei diesen Versuchen zugleich die Temperaturzunahme, welche das Wasser durch Einwirkung der umgebenden Luft erlitt, berücksichtigt und in Abzug gebracht. Aus diesen Daten berechnet sich die Quantität der während 15 Minuten an das Wasser abgegebenen Wärme zu 42 Cal. Das Körpergewicht des Verfassers schwankte zwischen 58 und 59 Kgr. — Aus einer zweiten Versuchsreihe desselben Verfassers [2]) geht hervor, dass im Sitzbade, dessen Temperatur zu Anfang des Versuches 1°,4—5°,8 R. betrug, die Quantität der während einer Viertelstunde an das Wasser abgegebenen Wärme im Mittel aus 17 Versuchen = 40 Cal. war. — Aus den Versuchen von Johnson ergiebt sich als Mittel der während 15 Minuten an das Wasser abgegebenen Wärme die Quantität von 58 Cal., eine Zahl, die unter Berücksichtigung des verschiedenen Körpergewichtes der Versuchspersonen, so wie des Umstandes, dass

1) Ueber die Wirkung 12°—7°,7 R. warmer Sitzbäder. Archiv des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten. 1. Band, 4. Heft. 1854.
2) Archiv des Vereins f. g. A. 2. Band, 1. Heft. 1855.

Johnson den Einfluss der umgebenden Luft vernachlässigte, eine hinreichende Uebereinstimmung darbietet.

Auch Böcker theilt Beobachtungen über die Temperaturzunahme des Wassers in Sitzbädern mit.[1]) Die Dauer der einzelnen Bäder war jedoch zu verschieden, um vergleichbare Mittelwerthe gewinnen zu lassen; bei manchen Beobachtungen fehlt auch die Angabe des Körpergewichtes der Versuchspersonen; doch stimmen die Einzelbeobachtungen unter Berücksichtigung der grossen Fehlergrenzen hinreichend gut mit den bisher mitgetheilten Beobachtungen überein.

Aus den bisherigen Untersuchungen hat sich mit Sicherheit herausgestellt, dass das Steigen oder Constantbleiben der Temperatur der geschlossenen Achselhöhle, welches bei der Einwirkung kalten Wassers auf die Oberfläche des Körpers beobachtet wird, mit einer gleichzeitigen sehr bedeutenden Steigerung der Wärmeproduction zusammenfällt, und dass die von Bergmann zuerst genügend berücksichtigten Veränderungen im Verhalten der äusseren Theile des Körpers nur im Stande sind, den Wärmeverlust zu mässigen, nicht aber denselben zur Norm zurückzuführen oder etwa sogar unter die Norm herabzusetzen. Bei der vollkommenen Analogie in den Ergebnissen der Versuche über die directe Einwirkung der Luft ist der Schluss gerechtfertigt, dass auch bei unmittelbarer Berührung der Körperoberfläche mit Luft von 12°—22° eine vollständige Correction des Wärmeverlustes oder sogar eine Herabsetzung desselben unter die Norm in Folge der Veränderungen der Haut nicht stattfinde, dass vielmehr die in jedem einzelnen Falle beobachtete Erhöhung der Temperatur der Achselhöhle auf einer Steigerung der Wärmeproduction beruhe. Obwohl bei diesen letzteren Versuchen die Erhöhung der Temperatur der Achselhöhle weit bedeutender war, als die bei der Einwirkung kalten Wassers beobachtete, so kann doch dieser Umstand natürlich nicht beweisen, dass etwa auch die Steigerung der Wärmeproduction eine bedeutendere gewesen sei; wir müssen vielmehr

1) A. a. O. II. und XII. Tabelle.

berücksichtigen, dass die Quantität der durch die Luft dem Körper entzogenen Wärme bei Weitem geringer ist, als die durch Wasser von gleicher Temperatur bewirkte Wärmeentziehung. Die Grösse der Steigerung der Temperatur der Achselhöhle, welche durch unmittelbare Einwirkung der Luft herbeigeführt wird, können wir aus den Ergebnissen der Versuche 1, 2, 4, 6, 8, 13, 14 und 15 berechnen, und es ergiebt sich durch Zusammenfassung aller für diese Steigerung erhaltenen Werthe, dass dieselbe in jeder Minute im Mittel etwa 0°,016 beträgt. Wahrscheinlich ist der Wärmeverlust trotz der von Bergmann hervorgehobenen Correction desselben während der directen Einwirkung mässig kalter Luft auf die Körperoberfläche wesentlich bedeutender, als die mittlere Grösse des Wärmeverlustes unter gewöhnlichen Verhältnissen; aber auch wenn wir annehmen, dass diese Correction nach Verlauf einiger Zeit eine vollkommene werde, so würde sich doch, vorausgesetzt, dass die Steigerung der Temperatur der Achselhöhle einer annähernd gleichmässigen Steigerung der Temperatur des ganzen Körpers entspreche, eine so gesteigerte Wärmeproduction herausstellen, dass dieselbe in jeder Minute um etwa 0,7 Cal. die normale Production überstiege. Die Wärmeproduction würde also während der directen Einwirkung der Luft etwa das $1\frac{1}{2}$fache der unter normalen Verhältnissen stattfindenden mittleren Production betragen; doch ist natürlich bei der Unsicherheit der gemachten Voraussetzungen dieser Zahl kein besonderes Gewicht beizulegen.

(Fortsetzung folgt.)

In dem ersten Artikel sind folgende Druckfehler stehen geblieben:

S. 521 Z. 1 von unten statt Betrachtung lies Beachtung.
S. 524 Z. 21 von oben statt Auskleiden lies Ankleiden.
S. 530 Z. 7 von oben statt 32 lies 82.
S. 536 Z. 13 von oben statt 39 lies 32.
S. 539 Z. 18 von oben statt entfernt wird lies entfernt sein wird.

Der Brusttheil der unteren Hohlader des Menschen.

Von

Prof. H. Luschka in Tübingen.

(Hierzu Tafel XVI.)

Es kann nicht dem mindesten Zweifel unterliegen, dass eine richtige und allseitige Kenntniss des im Brustraume befindlichen Abschnittes der Vena cava ascendens zur Aufklärung gewisser pathologischer Erscheinungen in hohem Grade wünschenswerth ist.

Nachdem es durch gründliche Nachforschungen als erwiesen betrachtet werden muss, dass das Herz in seiner Totalität innerhalb bestimmter Grenzen schon normalmässig je nach der Körperlage verschiebbar ist, muss dies in einem noch höheren Maasse bei gewissen krankhaften Zuständen desselben der Fall sein. Ganz besonders ist es erfahrungsgemäss die Hypertrophie der rechten Kammer, in deren Gefolge das Organ einigermaassen von der inneren Seite der vorderen Brustwand abgedrängt wird und eine Verschiebung nach links und hinten erfährt. Mit dieser räumlichen Veränderung concurrirt ganz gewöhnlich Oedem der unteren Körperhälfte, welches durch eine hyperämische Schwellung der Leber eingeleitet, und auch unter solchen Verhältnissen nicht ganz zum Verschwinden gebracht wird, welche, wie die Bettlägerigkeit, geeignet wären, die im Verhältnisse zur oberen Körperhälfte in der unteren stattfindende Verlangsamung des venösen Blutlaufes auszugleichen.

Wenn für die Strömung des Blutes im System der oberen und der unteren Hohlader annähernd gleiche äussere Einflüsse

1) Vgl. C. Gerhardt, Untersuchungen über die Herzdämpfung und die Verschiebung ihrer Grenzen bei Gesunden. (Archiv für physiol. Heilkunde. 1859.)

obwalten, und bei nachgewiesener Integrität der Canalisation des unter dem Zwerchfelle liegenden Abschnittes der Cava inferior und ihrer Aeste, gleichwohl Oedeme in der unteren Körhälfte auftreten, dann wird man mit Nothwendigkeit zur Annahme gedrängt, das Hinderniss in dem über dem Diaphragma liegenden Theile der unteren Hohlader aufzusuchen.

Diese und ähnliche Betrachtungen haben mich um so mehr veranlasst, die Vena cava inf. thoracica zum Gegenstande einlässlicher Untersuchungen zu machen, als von anderer Seite her in dieser Hinsicht bisher nur wenig dargelegt worden ist. Um zu einem befriedigenden Abschlusse zu gelangen, müssen Grösse, Verlaufsrichtung und Zusammensetzung des in Rede stehenden Venenabschnittes gesondert untersucht werden.

1. Die Grössenverhältnisse der Vena cava ascendens thoracica.

Im Gegensatze zu dem bei den meisten Säugethieren ausserordentlich in die Länge gezogenen Brusttheile der hinteren Hohlader, ist der bezügliche Venenabschnitt des Menschen bedeutend reducirt. Die in der Literatur darüber niedergelegten Vorstellungen und Wahrnehmungen gehen aber so weit auseinander, dass specielle Prüfungen und Ermittlungen unentbehrlich sind. Es fehlt nicht an Schriftstellern, welche die Existenz eines Brusttheiles der unteren Hohlader geradezu in Abrede stellen. So wird nach einer von A. Portal[1]) citirten Stelle Haller's von diesem gelehrt: „nulla est vena cava thoracica inferior", und sieht auch jener Autor sich seinerseits zur Bemerkung veranlasst: „La portion de la veine cave contenue dans la poitrine est presque nulle, puisque l'oreillette droite est placée sur la face aplatie du péricarde." Nach Winslow[2]) beträgt die Länge des im Brustraume befindlichen Abschnittes der unteren Hohlader nur 2—3 Linien, nach Krause[3]) ist er durchschnittlich $^1/_2$ Zoll lang, nach Arnold[4]) senkt sich 4—

1) Cours d'anatomie médicale. Tome III. p. 411.
2) Exposition anatomique. Amsterdam 1743. Tome III. p. 106.
3) Handbuch der menschl. Anatomie. Hannover 1843. S. 931.
4) Handbuch der Anatomie des Menschen. II. 1. S. 597.

8 Linien oberhalb des Diaphragma die Cava inf. in den unteren Umfang des rechten Vorhofes ein.

Eine auf verschiedene Altersstufen ausgedehnte Nachforschung giebt den Schlüssel an die Hand, dass diese, wenn auch widersprechenden Angaben eine gewisse Berechtigung haben. Im frühesten Kindesalter nämlich ist die Lehre Portal's in der That völlig zutreffend, indem hier die Hohlader fast unmittelbar über dem Zwerchfelle ihre Einmündung in das Herz erfährt. Bei dem erwachsenen Menschen aber stellt dieselbe im Brustraume einen selbständigen, wenn auch eine einigermassen wechselnde Länge darbietenden Gefässabschnitt dar. Diese durch das Lebensalter bedingten Differenzen sind ohne Zweifel darin begründet, dass im Verlaufe der Zeit die untere Hohlader sich den räumlichen Veränderungen der Brusthöhle anpasst, namentlich durch die allmählig tiefer werdende Stellung des Zwerchfelles zu einem entsprechenden Wachsthum in die Länge veranlasst wird.

Bei den Grössenbestimmungen des Brusttheiles der unteren Hohlader muss man übrigens mit Umsicht verfahren und zur Erzielung einheitlicher Resultate von gleichen Gesichtspunkten ausgehen. Es wird demnächst die Frage sein, welche Linie wir als die Grenzmarke zwischen rechtem Vorhofe und Cava inferior betrachten sollen. Die Feststellung derselben wird insofern conventionell sein, als an einzelnen Punkten der Uebergang häufig unmerklich ist. Wohl liesse sich in der Verbreitung des Fleisches der Vorhöfe ein Mittel erkennen, die eigentliche Venenwand von jenen zu unterscheiden. Allein, abgesehen davon, dass sich Muskelfaserzüge nicht bei allen Menschen gleichweit und im ganzen Umkreise des Gefässes herab erstrecken, wäre eine solche, wenn vielleicht auch morphologisch wohl begründete, Abgrenzung vom praktischen Standpunkte aus in keiner Weise förderlich. Dagegen scheint es ganz geeignet, den Begriff von Cava inf. thoracica durch Linien zu bestimmen, bis zu welchen bei den meisten Menschen das Rohr im Wesentlichen in seiner Weite sich gleichbleibt. Die eine dieser Grenzlinien ist eine durchaus naturgemässe, indem sie durch den Lauf des angewachsenen Randes der, einen integrirenden

Theil der Cava inf. ausmachenden, Valvula Eustachii bezeichnet wird. Dieser zieht aber so um den äusseren, oberen und unteren Umfang der Gefässmündung herum, dass durch seine Enden die höchste und die tiefste Stelle derselben ausgedrückt ist. Die zweite, dem medialen Umfange der Mündung entsprechende, Linie fällt mit der hinteren unteren Grenze der Scheidewand der Vorhöfe zusammen.

Der in dieser Art umschriebene Gefässabschnitt ist nicht überall gleich lang, sondern besitzt an seinem nach rechts und hinten gekehrten Umfange, die Krümmung nicht eingerechnet, vom oberen Endpunkte der Valvula Eustachii bis zum Foramen quadrilaterum herab eine durchschnittliche Länge von 3,8 Centimeter; nach seiner nach vorn und links gekehrten Seite vom unteren Ende jener Klappe bis zum Rande der bezüglichen Lücke des Zwerchfelles nur eine Länge von 2,2 Centimeter. Damit steht im Einklange, dass die in den unteren hinteren Umfang des rechten Vorhofes geschehende Einmündung des Gefässes nahezu vertical gestellt, während die dem Foramen quadrilaterum entsprechende Stelle seiner Lichtung fast horizontal gelagert ist. Die durchschnittliche Breite der Cava inf. thoracica beläuft sich auf 2,7 Cent., und hat sie einen Umkreis von 9 Centimeter, während die Breite der oberen Hohlader an ihrem Ende nur 2,2 Cent. und ihr Umkreis daselbst 7 Centimeter beträgt.

Beim erwachsenen Menschen werden jene Längenmaasse des Brusttheiles der unteren Hohlader viel häufiger um einige Millimeter überschritten, als nicht erreicht. Niemals konnte ich mich an dem seiner pericardialen Umhüllung beraubten Gefässe von einem solchen Grade der Kürze desselben überzeugen welche von Winslow u. A. als die Regel bezeichnet worden ist. Daraus geht aber die für klinische Deductionen wichtige Thatsache klar hervor, dass beim Erwachsenen unter allen Umständen ein Abschnitt der Vena cava inferior im Brustraume liege, welcher gross genug ist, um durch verschiedene Einflüsse in seiner Form und Canalisation beeinträchtigt werden zu können.

2. Die Verlaufsrichtung des Brusttheiles der unteren Hohlader.

Die für den Durchtritt der Cava inferior bestimmte Lücke des Zwerchfelles befindet sich rechts an der hinteren Grenze seines Centrum tendineum, 2,2 Cent. von dem sagittalen Durchmesser desselben entfernt, und zeigt eine nahezu horizontale Stellung. Hinsichtlich seiner Beziehung zur Höhe des Thorax entspricht seine Lage der oberen Grenze des Körpers vom neunten Brustwirbel, kann aber, indem sich bei der Inspiration auch das Centrum tendineum etwas, durchschnittlich um 1 Cent. senkt, periodisch um eben so viel tiefer herabrücken. In gerader Richtung gemessen ist die Mitte des hinteren Umfanges dieser Lücke von der bezüglichen Stelle des genannten Wirbels durchschnittlich 2 Centimeter entfernt.

Von dem Foramen quadrilaterum an wendet sich die Ader unter einer schwachen, mit der Concavität dem Centr. tendineum zugekehrten Krümmung nach links und vorn, um in den unteren hinteren Umfang des Atrium dextrum einzumünden. Eine ähnliche nach links stattfindende Krümmung zeigt auch das Ende der oberen Hohlader, in der Weise, dass die verlängert gedachten Axen beider Gefässe etwa entsprechend dem Mittelpunkt des rechten venösen Ostium unter spitzem Winkel sich durchschneiden. Diese nach links und vorn stattfindende Convergenz der beiden Gefässstämme prägt sich äusserlich und innerlich an der Wand des rechten Vorhofes deutlich aus. Aeusserlich findet sich beim Menschen da, wo der Zusammenfluss der hinteren Wand beider Gefässe geschieht, eine seichte Einbuchtung, während bei vierfüssigen Thieren daselbst, wie zuerst Lower gezeigt hat, eine mehr winkelige Einknickung bemerklich ist. Nach innen entspricht jener Einbuchtung ein rundlicher, von Lower als „Tuberculum" aufgeführter Vorsprung, welcher neben der hinteren Grenze des Septum liegt und mehrere Schichten in verschiedener Weise verlaufender Fleischbündel zur Grundlage hat. Das sog. Tuberculum Loweri ist also eine nothwendige Folge jener Verlaufsrichtung der beiden Hohladern, und nicht etwa eine selbständige For-

mation, welche, wie Einige lehren, als Damm gesetzt worden ist, damit die Blutströme nicht vertical auf einander stossen, was ja eben durch jene Convergenz der Gefässstämme an sich verhütet wird.[1])

Obgleich der Brusttheil der unteren Hohlvene nach links und vorn sich wendet, so verbleibt bei normalmässiger Lage des ganzen Herzens nicht allein er in der rechten Thoraxhälfte, sondern auch noch ein, an der Stelle seiner Einmündung, mindestens zwei Centimeter breites Stück des linken Vorhofes. Da nun die grosse Herzvene sich unmittelbar vor dem unteren Ende der Valvula Eustachii in den rechten Vorhof einsenkt, so kann ihre Mündung nicht wohl, wie Krause[1]) lehrt, in der Mittellinie des Thorax gelegen, sondern muss in der rechten Hälfte desselben befindlich sein, wie dies durch die Trennung fest gefrorener Leichen genau in der Ebene des sagittalen Durchmessers in der That auch leicht bewiesen werden kann.

Dem nach rechts und hinten gekehrten Umfange der Pars thoracica der unteren Hohlader entspricht an der lufterfüllten rechten Lunge eine Furche, vor und hinter welcher ein kurzer Vorsprung des inneren Abschnittes vom unteren Lungenrand sich unter den rechten Vorhof hinwegschiebt und so dem Zusammensinken der Ader unter dem Druck des letzteren entgegenwirkt, was um so leichter möglich ist, als überdies der

---

1) Da ein richtiges Verständniss der von Lower geschilderten Einrichtung zum Theil abhanden gekommen zu sein scheint, und namentlich unter Anderem mehrfach irrig gelehrt wird, dass das sog. Tuberculum Loweri ein integrirender Bestandtheil des wulstigen, die ovale Grube umziehenden Ringes sei, so will ich es nicht unterlassen, die betreffende Stelle aus Richard Lower's ziemlich selten gewordenem „Tractatus de corde" (Amstelodami 1669 p. 51) hier wörtlich aufzuzeichnen: „Itaque ante limen auriculae dextrae, nempe eo loco, ubi vena cava ascendens cum descendente congressa alveum suum in auriculam cordis exonerare parata est, tuberculum quoddam notatu valde dignum occurrit, cujus obtentu sanguis per venam descendentem delapsus in auriculam divertitur, qui alioquin in venam ascendentem decumbens sanguinem per istam cor versus assurgentem reprimeret valde et retardaret."

2) Handbuch der menschl. Anatomie. Hannover 1843. S. 792.

laterale Umfang des genannten Atrium noch in der Superficies cardiaca der rechten Lunge aufruht.

Für die normalen Gewichts-, Grössen- und Lagerungsverhältnisse des Herzens sind die verschiedenen Einrichtungen: jene Beziehungen der rechten Lunge, die Anheftungsweise des Herzbeutels, Mittelfelles und gewisse vom linken Vorhofe zum hinteren Umfange der Cava inf. thor. herabtretende Fleischbündel vollkommen genügend, um die gesetzmässige Form der Ader zu sichern und eine genügende Strömung des Blutes im Gange zu erhalten.

Bei höheren Graden von Hypertrophie der rechten Kammer des Herzens schreitet die Massenzunahme der Anordnung dieses ganzen Ventrikels gemäss vorzugsweise von rechts nach links und hinten weiter. Das vermehrte Gewicht des Herzens übt nach diesen Seiten hin, also zum Theil in der Richtung der Concavität des Brusttheiles der Cava inferior einen Zug aus. Dadurch erfährt diese nicht allein eine ihre Canalisation beeinträchtigende zu starke Biegung, sondern auch entsprechend dem linken Rande des Foramen quadrilaterum eine Knickung. Wenn auch die obere Hohlader bei jenem Zustande des Herzens einige Vermehrung ihrer Krümmung erfährt, so ist diese, weil sie sich auf ein längeres Rohr ausbreitet, viel geringer, während eine Knickung derselben, da sie nirgends mit einem unnachgiebigen fibrösen Ringe in Berührung kommt, in keiner Weise stattfinden kann.

Mit jenen Beziehungen des Brusttheiles der unteren Hohlader steht es ohne Zweifel im Einklange, dass bei der genannten, meist mit Insufficienz der Mitralis verknüpften Anomalie des Herzens nicht die linke, wohl aber die rechte Seitenlage gut ertragen wird, weil eben durch die erstere die Locomotion des Herzens zum Nachtheile der unteren Hohlader gesteigert, durch die entgegengesetzte von den Patienten instinctmässig meist gewählte Lage des Körpers aber das Herz jener Knickung entgegen eine Verschiebung nach rechts und hinten erfährt.

3. Die Zusammensetzung der Wand des Brusttheiles der unteren Hohlader.

Die Vena cava inf. thor. ist in ihren oberen $^2/_3$ vom visceralen Blatte des Herzbeutels genau umkleidet und durch dieses in das Cavum pericardii eingesenkt. Der Anfang des Gefässstückes dagegen wird von demjenigen Abschnitte des Herzbeutels nur lose umgeben, welcher von ihm aus auf das Zwerchfell herabsteigt. Im Umkreise des Foramen quadrilaterum geschieht der Verband zwischen Brusttheil der unteren Hohlader und Herzbeutel, theils durch einen lockeren fetthaltigen Zellstoff, in welchem die Venae diaphragmaticae superiores verlaufen, theils durch fibröse bandartige Streifen, welche in wechselnder Anzahl und Stärke theils von der Fascia endothoracica, theils vom Centrum tendineum ausgehen, um in die fibröse Lamelle des Pericardium auszustrahlen. Die in bogigen Zügen das Foramen quadrilaterum umgebende Sehnensubstanz geht zum Theil allmählig, ähnlich wie die fibrösen Schenkel des Bauchringes, in einen mehr lockeren Zellstoff über, der sich in der Adventitia jenes Gefässes verliert. Auf dieses Verhältniss muss die folgende Bemerkung Cruveilhier's[1]) bezogen werden: „La cave inférieure adhère intimement et s'unit en quelque sorte par fusion de tissu avec l'ouverture aponévrotique du diaphragme.“ Dabei darf man aber nicht vergessen, dass gleichwohl starke sehnige, unnachgiebige Faserzüge auf den Umkreis jener Lücke beschränkt bleiben, und ihrerseits daher wohl zu Knickungen Veranlassung geben können.

Die einen Theil des visceralen Herzbeutels darstellende Hülle der Vena cava inf. steht aber auch noch in anderer Art mit dem parietalen Blatte in Continuität. Beide fliessen nämlich zu einer Duplicatur zusammen, welche, von der Convexität der Cava inf. thor. ausgehend, nach rechts und hinten gewendet ist. In ähnlicher Weise findet zwischen dem in den Herzbeutel eingesenkten Ende der oberen Hohlader und dem parietalen Blatte des Pericardium die Bildung einer Duplicatur statt,

1) Traité d'anatomie descriptive. Paris 1852. III. p. 70.

welche sich, als eine Art von Septum pericardii über den oberen Umfang des linken Vorhofes bis zu den linken Lungenvenen fortsetzt und es daher unmöglich macht, vom Cavum pericardii aus den Finger von der vorderen zur hinteren Seite dieses Atriums weiter zu führen. Beim Foetus und beim Neugeborenen gelingt es bisweilen durch die Präparation von aussen her, diese Duplicaturen in ihre beiden Blätter auseinander zu legen und so die Vorstellung anschaulich zu machen, als habe das Herz durch Andrängen von oben und hinten her das Pericardium in seine eigene Höhle eingestülpt. Beim erwachsenen Menschen sind die Stellen des Ueberganges dieser Duplicaturen in das parietale Blatt des Herzbeutels von aussen her durch die fibröse Lamelle, zum Beweise, dass diese eine accidentelle Formation ist, mehr oder weniger stark überlagert.

Der im Brustraume befindliche Abschnitt der unteren Hohlader unterscheidet sich wesentlich von dem nächst angrenzenden in der bezüglichen Leberfurche verlaufenden Theil der Cava inferior durch eine geringere Dicke der Wandung und durch gänzlichen Mangel organischer Muskelfasern. Diese bilden während des Laufes der Hohlader in der Furche pro Vena cava eine ausserordentlich mächtige, bei der Betrachtung von der inneren Seite her schon mit blossem Auge sichtbare longitudinale Schicht, die sich fast plötzlich während des Durchtrittes der Ader durch das Foramen quadrilaterum verliert. Die Adventitia ist an ausnehmend breiten elastischen, zum Theil netzförmig unter einander verschmolzenen Fasern sehr reich. Solche Fasern nebst vielen gefensterten Lamellen setzen auch die Tunica media zusammen, welche nebst der Tunica intima sich in Totalität in das Endocardium des rechten Vorhofes fortsetzt.

In einer sehr merkwürdigen und mehrfachen Beziehung zum Ende der unteren Hohlader steht ein Theil des Fleisches der beiden Vorhöfe. Dieses Verhältniss ist bisher sehr unzulänglich ermittelt und meist nur ganz im Allgemeinen gelehrt worden: dass die Ader, wie die übrigen in das Herz einmündenden Venen von kreisförmigen Muskelfasern, gleichwie von einem Sphinkter umgeben werde. Es ist unmöglich eine tie-

fere Einsicht in diese Verhältnisse zu gewähren, ohne die gesammte Anordnung des Fleisches der Vorhöfe in einige Betrachtung zu ziehen.

Die den Vorhöfen zukommenden Fleischfasern lassen sich eintheilen in solche, welche jedem derselben eigenthümlich, und in solche, welche beiden gemeinschaftlich sind.

a. Die jedem der Vorhöfe eigenen Fasern zeigen keine übereinstimmende Anordnung und verlangen daher eine gesonderte Schilderung.

α. Die Fleischfasern des rechten Vorhofes.

Man begegnet hier erstens einem mächtigen, in maximo 1 Cent. breiten, in longitudinaler Richtung dem ganzen Umkreise des Vorhofes folgenden, jedoch nicht überall gleichen Faserzuge. Er beginnt am medialen Umfange des Annulus fibrosus, steigt zuerst am Septum empor und sondert sich während dieses ersten Verlaufes in zwei Portionen. Die eine zieht bogig um den vorderen und oberen Umfang der Fovea ovalis und tritt sodann an die mediale Seite der Vena cava inf. thor. herab, um mit einem von der linken Seite des Septum kommenden, um den unteren Umfang jener Grube herumziehenden von vorn her an die mediale Wand der Cava inf. thor. herabtretenden Bündel zusammenzufliessen. Die andere Portion erhebt sich gegen den oberen Rand des Herzohres, läuft von da aus, entsprechend der Grenze der seitlichen und hinteren Wand des Vorhofes, schliesslich dem angewachsenen Rande der Valvula Eustachii folgend, die Mündung der unteren Hohlader und der grossen Herzvene von einander scheidend, meist sehr dünn geworden, wieder zum medialen Umfange jenes Faserringes zurück. Zweitens kommen zahlreiche, vorwiegend in der Höhenrichtung des Atrium verlaufende, in der mannigfaltigsten Weise zu einem Netzwerk unter einander verbundene Fleischbündel vor. Diese sog. Musculi pectinati des rechten Vorhofes gehen zum grösseren Theile direct vom vorderen, hinteren und äusseren Umfange des rechten venösen Annulus fibrosus aus; manche gehen aber auch hervor aus dem Zerfalle jenes musculösen Gürtels, in dessen Faserung sodann hinwieder Musc.

pectinati ausstrahlen. An ihrem Ursprunge fliessen die schief emporsteigenden Kammmuskeln zum Theil so untereinander zusammen, dass es den Anschein gewinnt, als bestehe ein entlang der Kreisfurche verlaufendes für alle gemeinschaftliches Muskelbündel.

Eine kleine Anzahl zarter Fleischbündel, welche theils in das Septum übergehen, theils in die vordere Wand des rechten Vorhofes ausstrahlen, und ihren Ursprung von der fibrösen Grundlage jener muskelfreien, ungleichseitig dreieckigen 1,4 Cent. breiten, 0,8 Cent. hohen Stelle gewinnen, welche an der oberen Grenze der Scheidewand der Kammern angebracht ist. Links grenzt sie an den Winkel, den die convexen Ränder der rechten und hinteren Semilunarklappe der Aorta bilden; auf der rechten Seite giebt diese ganz andere Beziehungen zu erkennen, indem sie hier grösstentheils mit dem Gewebe des angewachsenen Randes des medialen Zipfels der Valvula tricuspidalis innig zusammenhängt. Es muss daher Fälle von Perforation jener Stelle geben, in welchen über dem freien Segmente jener Klappenzipfel, also ohne Betheiligung der Wand des rechten Ventrikels, eine Communication zwischen linker Kammer und rechtem Vorhofe zu Stande gebracht wird. Ein solcher Fall ist denn auch in der That bereits zu meiner Beobachtung gekommen. An dem Herzen eines jugendlichen Individuum vermochte man von der linken Kammer aus eine jener Stelle entsprechende, von gewulsteten zerrissenen Rändern umgebene Lücke zu unterscheiden, welche in eine kleine, etwa dem Umfange einer Bohne gleichkommende, bluterfüllte Höhle führte. Die dünne Wand dieser Höhle bildete gegen das Atrium dextrum herein einen Vorsprung, also ein Aneurysma, welches an seiner erhabensten Stelle eingerissen war. Vorsprung und Rissöffnung betrafen das Gewebe des angewachsenen Randes des medialen Zipfels der Tricuspidalis, ohne dass diese irgend wie insufficient geworden ist.

Am rechten Vorhofe befinden sich ausserdem noch zwei Gruppen von Muskelfasern, nämlich rein circuläre Fibrillen, welche das Ende der oberen Hohlader umspinnen, und rein longitudinal verlaufende Bündel, welche am hinteren Umfange

des rechten Vorhofes angebracht sind, wo die Wände der beiden Hohladern unter Bildung einer Vertiefung in einander übergehen. Durch die Contraction dieser Fasern muss die Convergenz dieser beiden Gefässtämme gesteigert und so die Direction der Blutströme gegen das rechte venöse Ostium noch mehr gesichert werden.

β. Das Fleisch des linken Vorhofes.

Die meisten dem Atrium sinistrum eigenen Fleischbündel nehmen ihren Ausgang vom Faserringe des linken venösen Ostium. Sie steigen in schiefer Richtung über die vordere und über die hintere Seite empor, um am oberen Umfange zwischen den Mündungen der Lungenvenen untereinander zusammen zu fliessen. Um die Mündungen der Lungenvenen sind die Fleischfasern theils circulär, theils in Achtertouren herumgelegt. Ringförmige Fasern umgeben auch das ganze linke Herzohr, an dessen Innenseite nur gegen die Spitze hin sich Kammmuskeln vorfinden, welche im ganzen übrigen Atrium gänzlich fehlen, da hier die Fleischbündel während ihres ganzen Verlaufes dicht nebeneinander liegen.

Die vom medialen Segmente des linken venösen Faserringes ausgehenden Fleischbündel laufen bogig um den Bezirk des Foramen ovale herum, theils um in diejenige Gegend der rechten Wand des linken Vorhofes auszustrahlen, welche über die obere Grenze des Septum hinausragt, theils um den unteren Rand des Foramen ovale zu begrenzen.

Die Anordnung der Fleischfasern im Umkreise der Fossa ovalis bringt es mit sich, dass in der Mitte der nach vorn gekehrten Seite des Isthmus Vieussenii eine Kreuzung derselben stattfindet, indem die vom medialen Segmente des rechten venösen Faserringes entspringenden Bündel bogig nach vorwärts aufwärts und dann nach rückwärts verlaufen, und für die linke und rechte Seite des oberen Umfanges der Fovea ovalis, die anderen, vom medialen Segmente des linken venösen Faserringes entspringenden Bündel dagegen beiden Seiten des unteren Umfanges derselben gemeinschaftlich sind. Nach hinten fliessen beiderlei Fasern bogig untereinan-

der zusammen und schreiten nach rückwärts abwärts über die hintere Grenze des Septum hinaus an den medialen Umfang des Brusttheiles der unteren Hohlader herab und bedingen also den innigen Anschluss der letzteren an die Scheidewand der Vorhöfe. Jene die ovale Grube umziehenden Bogenfasern bezeichnen das ursprüngliche Ende der unteren Hohlader, indem sie die früher bestandene Mündung derselben in den linken Vorhof nach Art eines Sphinkters umgreifen. Diese Beziehung der Fleischfasern des Septum zur unteren Hohlader ist schon von Senac[1]) richtig aufgefasst worden, indem er bemerkt: „la racine de la cave inférieure est affermie par des fibres musculaires, qui viennent du trou ovale.“ Ohne Ausnahme tritt von den die eiförmige Grube umziehenden Fleischbündeln eine Anzahl von Fasern ab, welche zwischen die beiden die Valvula foraminis ovalis darstellenden Endocardiumlamellen ausstrahlen.

Die in die Zusammensetzung der Scheidewand der Vorhöfe eingehenden Fleischbündel sind also im Wesentlichen Bogenfaserzüge, welche die eiförmige Grube umkreisen, und sie sind insofern für beide Atrien gemeinschaftlich, als die von entgegengesetzten Seiten herkommenden musculösen Elemente die Grundlage einer für beide gemeinsamen Formation abgeben.

b. Als gemeinschaftliche Fleischfasern werden aber gewöhnlich nur diejenigen Bündel der Vorhöfe angesprochen, welche sich von aussen her über beide hinweg erstrecken. Am hinteren Umfange sind sie schwächer und laufen entlang der Kreisfurche vor der Mündung der unteren Hohlader gegen die Basis der Herzohren hin. Sie treten zur Bildung eines platten, kleinfingerbreiten Bündels zusammen, welches auch wohl als Fascia transversa atriorum posterior aufgeführt wird. Bemerkenswerth ist sein Verhalten zur grossen und zur mittleren Herzvene. Die erstere tritt hinter dem linken Herzohre zwischen die Faserung dieses Muskelgürtels, um dann bis zu ihrer Einmündung von ihm gedeckt zu werden; die letztere durch-

1) Traité de la structure du coeur. Paris 1774. I. p. 399.

bohrt denselben in der Art, dass auch ihr Ende zwingenartig von Fleischfasern umfasst wird.

Auf der linken Seite theilt sich jenes gemeinschaftliche hintere Muskelstratum an der Wurzel des Herzohres gewöhnlich in zwei Bündel. Das eine, meist viel stärkere läuft zwischen der linken unteren Lungenvene und der Auricula sinistra an die vordere Seite der Vorhöfe bis zum Ende der oberen Hohlader, die sog. Fascia transversa anterior der Vorhöfe darstellend, um sich daselbst in zwei Fascikel zu theilen, von welchen das eine vor dem Ende der Cava inferior an die convexe Seite des rechten Herzohres läuft und, sich ausbreitend, bis zu dessen Spitze gelangt, während das andere zwischen oberer Hohlader und rechter unterer Lungenvene sich durchschiebt, um schliesslich den rechten Umfang der unteren Hohlader zu umgreifen.

Das zweite aus der Spaltung des hinteren queren Muskelgürtels hervorgehende Bündel zieht unter der Basis der Auricula des linken Vorhofes an dessen vordere Seite und verläuft schief unter dem horizontalen Bündel in die Gegend der rechten Lungenvenen, um über den oberen Umfang jenes Atrium hinweg gegen das untere Ende der hinteren Grenze des Septum atriorum zu gelangen. Dieses Bündel wurde schon von Gerdy[1]) unterschieden, aber von ihm mit Unrecht gelehrt, dass es vorn und hinten an die Faserringe angeheftet sei.

Als gemeinschaftliche ist in gewissem Sinne auch diejenige der bisherigen Beobachtung völlig entgangene Muskulatur zu betrachten, welche den linken Vorhof mit der unteren Hohlader in directe Verbindung setzt. Ohne Ausnahme existirt nämlich am menschlichen Herzen ein dünnes, plattes, durchschnittlich nur zwei Millimeter breites Fleischbündel (Fig. 1. e.), welches aus der sich schief über die hintere Seite des linken Vorhofes nach rechts herabziehenden Faserung hervorgeht, den am medialen Umfange der Cava angebrachten vom Septum atriorum herrührenden Fleischgürtel durchbricht, und

1) Recherches, discussions et propositions d'Anatomie et de Physiologie etc. Paris 1823. p. 28.

mit sehnigen Fädchen sich in der Adventitia des hinteren Umfanges der Vena cava inf. thorac. verliert. Jenes in normalen Verhältnissen ganz unscheinbare, durch eine unvorsichtige Präparation leicht zerstörbare Fleischbündel hat ohne Zweifel die Aufgabe, die Wand der unteren Hohlader anzuspannen und der unter Umständen eintretenden Gefahr der Beeinträchtigung des Lumens dieses Gefässes entgegen zu wirken.

Eine überaus merkwürdige excessive Ausbildung dieses Muskelbündels ist an der Leiche eines 40jährigen Mannes, dessen Brustorgane ich von der Rückenseite aus freigelegt hatte, durch einen glücklichen Zufall zu meiner Beobachtung gekommen. Hier hat dasselbe (Fig. 2) nicht allein eine verhältnissmässig colossale Entwicklung erreicht, sondern auch eine tiefere Insertion gewonnen. Vom vorderen Umfange des linken Vorhofes aus ist eine ziemlich reichliche Faserung schief über die obere und hintere Seite dieses Atrium nach rechts herabgezogen und hat sich von der hinteren unteren Grenze des Septum atriorum an, aus diesem einige Faserzüge aufnehmend, zu einem nunmehr selbständigen an das mediale Segment des hinteren Randes des Foramen quadrilaterum herabtretenden 1,5 Cent. langen, 0,8 Cent. breiten und 0,4 Cent. dicken, compacten Bündel vereinigt, welches durchgreifend aus demselben braunrothen, quergestreiften Muskelgewebe bestand, wie das übrige Herzfleisch. Dasselbe verlief, mit der Cava inf. zugleich vom visceralen Blatte des Herzbeutels umkleidet und gegen das Cavum pericardii einen entsprechenden Vorsprung erzeugend, an der medialen Grenze des hinteren Umfanges dieser Ader, sie noch ein wenig deckend, an die genannte Stelle des Foramen quadrilaterum, um sich kurzsehnig in das fibröse Gewebe ihres Randes einzupflanzen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die Muskulatur der Vorhöfe des in natürlicher Lage befindlichen, auf dem Zwerchfelle a. ruhenden Herzens, von der Rückenseite aus gesehen.

b. Rechter Vorhof.
c. Obere,
d. Untere Hohlader.
e. Vom linken Vorhofe zur unteren Hohlader herabtretendes, longitudinal verlaufendes Muskelbündel.
f. Gemeinschaftlicher hinterer Muskelfaserzug der Vorhöfe, mit der ihn durchsetzenden Vena coronaria cordis maxima. g.

Fig. 2. Herz eines 40jährigen Mannes in derselben Lage wie das vorige und gleich ihm in natürlicher Grösse dargestellt. Während alle übrigen Verhältnisse völlig übereinstimmend sind, erscheint dagegen das Fleischbündel Fig. 1. e. hier (*) ausnehmend mächtig und reicht bis zum Zwerchfelle herab, wo es am hinteren Rande des Foramen quadrilaterum seine Insertion findet.

Abänderung des Stenson'schen Versuches für Vorlesungen.

Von

E. du Bois-Reymond.

Der Stenson'sche Versuch,[1]) über die Lähmung der hinteren Extremitäten durch Unterbindung der Bauchaorta bei den Warmblütern, ist einer von denen, die jeder Lehrer der Physiologie gern seinen Zuhörern vorführen wird. Leider ist dieser Versuch in seiner ursprünglichen Gestalt ein sehr widerwärtiger. Der Bauch des lebenden Thieres muss geöffnet, der Darm bei Seite geschoben, die Aorta unterbunden, der Bauch zugenäht werden. Ist die Lähmung eingetreten, so muss die Bauchnaht wieder aufgetrennt, der Darm von Neuem bei Seite geschoben, das Unterband von der Aorta gelöst und der Bauch abermals zugenäht werden. Kaninchen sind nach dieser Reihe von Operationen kaum noch geeignet, die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit ihrer Hinterläufe erkennen zu lassen; aber sogar am Hund

1) Haller, Elementa Physiologiae Corporis humani etc. t. IV. Lausannae 1762. 4o. p. 544.

habe ich den Versuch von Jemand, der ihn von einem unserer geübtesten Vivisectoren hatte ausführen sehen, als einen scheusslichen bezeichnen hören.

Stannius hat den Stenson'schen Versuch dahin abgeändert, dass er von einer Rückenwunde zur Seite des M. sacrolumbalis aus einging, und, während „die Muskeln des Rückens, die M. M. quadratus lumborum und die psoae" mit zwei stumpfen Haken kräftig zurückgezogen wurden, ohne Verletzung des Bauchfells an die Aorta zu gelangen suchte. [1]) Zum Zweck eigener, auf neue Ermittelungen gerichteter Versuche ist dies Verfahren unstreitig das richtige; für die Vorlesung kann man wünschen, es durch ein minder umständliches ersetzt zu sehen.

Dasselbe gilt von dem Verfahren, welches Kussmaul und Tenner in ihrer schönen Arbeit über die Zuckungen durch Verblutung beschrieben haben, um den Aortabogen am lebenden Kaninchen zu comprimiren. Selbst bei der grossen Uebung, die sich die Verfasser erworben hatten, wird die Dauer der Operation auf eine Viertel- bis auf eine halbe Stunde angeschlagen. Abgesehen davon würde sich diese Art, den Einfluss des Blutlaufes auf die Leistungsfähigkeit der Muskeln darzuthun, für die Vorlesung deshalb wenig eignen, weil dabei zugleich dem Rückenmark ein zu grosser Theil seines Blutes entzogen wird.

Von Brown-Séquard's Versuchsweise endlich, Kaninchen oder Meerschweinchen bis auf die Bauchaorta und untere Hohlvene mitten durchzuschneiden,[1]) kann natürlich hier nicht die Rede sein. Unter diesen Umständen wird es vielleicht nicht unwillkommen erscheinen, wenn ich eine Art angebe, wie der Stenson'sche Versuch am Kaninchen auf das leichteste, sicherste und reinlichste, mehreremal nach einander am nämlichen Thier, ja ohne dauernden Nachtheil für dasselbe, angestellt werden kann.

Mein Verfahren, welches bereits sechsmal mit bestem Erfolg

---

1) Vierordt, Archiv für physiol. Heilkunde. Bd. XI. 1852. S. 4.

2) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. III. 1857. S. 14. 60.

3) Comptes rendus etc. 9 Juin 1851. t. XXXII. p. 855.

in's Werk gesetzt wurde, besteht darin, dass ich die Lendenwirbelsäule des sonst unversehrt bleibenden Thieres mit einer krummen Nadel umsteche und an dieser ein Band durch die Bauchhöhle ziehe, das nur über den Dornfortsätzen zugeschnürt zu werden braucht, um den Kreislauf in den Hinterläufen zu hemmen.

Meine Nadel, welche indess nur für mittelgrosse Thiere passt, stellt einen Halbkreis von 60 Mm. Durchmesser dar. Sie ist trokartförmig zugeschärft und liegt nach Art eines Trokarts in einer Scheide von entsprechender Krümmung und von 2,5 Mm. Durchmesser. Die Schnur ist seidene Plattschnur und wird vor dem Versuch eingeölt. Das Kaninchen braucht nicht befestigt zu werden; es genügt, dass ein Gehülfe das wie gewöhnlich kauernde Thier mit der einen Hand in der Schulter-, mit der anderen in der Kreuzgegend gegen den Tisch drücke, so dass das Hintertheil nach der rechten, der Kopf nach der linken Hand des Experimentirenden gekehrt sei. Ueber dem rechten M. quadratus lumborum wird ein kleiner Hautschnitt gemacht, und die eingefädelte Nadel mit entblösster Spitze etwas unterhalb des Dornfortsatzes des vierten Lendenwirbels langsam genug eingestossen, um den Darmschlingen Zeit zu lassen auszuweichen. Ist die Nadel bis über die vordere Mündung der Scheide in die Bauchhöhle gedrungen, was man leicht an dem Aufhören des Widerstandes merkt, den diese Mündung beim Vordringen durch die Gewebe erfuhr, so wird die Spitze in die Scheide zurückgezogen, und man sucht nunmehr mit der verhältnissmässig stumpfen und ungefährlichen Mündung der Scheide durch die Radix mesenterii, deren Durchbrechen man an grösseren Thieren deutlich spürt, den Weg um die Wirbelsäule. Sobald man die Mündung der Scheide unter dem linken M. quadratus lumborum an der Stelle fühlt, welche der Eintrittsstelle auf der rechten Seite entspricht, stösst man die Nadelspitze wieder vor, dringt damit durch Bauchwand und Haut, und zieht langsam die Schnur nach, die man in der Bauchhöhle doppelt liegen lässt.

Die Aorta und die Vena cava inferior verlaufen beim Kaninchen in der Bauchhöhle innerhalb einer Furche, welche die aneinanderstossenden inneren Ränder der beiden M.M. psoae bil-

den. Wird daher die Schnur in der bezeichneten Lage kräftig angespannt und werden deren Enden über den Dornfortsätzen fest zusammengebunden, so erfahren die Gefässe in jener Furche einen Druck, der dem Kreislauf ein Ende macht. In Folge davon büsst nach kürzerer oder längerer Zeit das Kaninchen die Herrschaft über seine Hinterläufe ein. Löst man die Schleife, schneidet die Schnurenden auf der rechten Seite dicht über der Muskelwunde ab, und zieht den Rest der Schnur aus, so kehrt sofort die Bewegung zurück. Man kann aber auch nach Lösung der Schleife die Schnur liegen lassen und nur deren Abspannung dadurch zu Hülfe kommen, dass man die Schnur etwas hin- und herzieht und so in den Wunden lockert; auch dabei stellt sich der Kreislauf rasch wieder her, und man hat den Vortheil, den Versuch wiederholen zu können. Bei erneutem Zuschnüren sieht man die Leistungsfähigkeit abermals schwinden.

Die Nieren zu verletzen, läuft man keine Gefahr, wenn man sich in der bezeichneten Höhe hält. Geht man noch tiefer, so kann man die Blase treffen, wenn sie sehr voll ist. Die Ureteren, von denen der rechte in derselben Furche wie die Gefässe, der linke auf dem entsprechenden M. psoas verläuft, werden natürlich mit umschnürt, doch scheint es nicht, dass dies für das Thier von nachtheiligen Folgen sei. Die Kaninchen überleben nicht bloss die Operation, sondern sie werden auch kaum krank danach. Die nach etwa acht Tagen ausgeführte Obduction zeigte meist nur unbedeutende Adhaesionen als Ueberbleibsel einer örtlichen Peritonitis. In einem Falle fand ich den rechten M. psoas abscedirt, allein es waren, wegen Unruhe des Thieres, mehrere Fehlstiche gemacht worden.

In einem anderen Falle trat, während die Schnur zugezogen war, Pleurotonus der linken Seite ein. Der Grund dieses Zufalles, der ohne weitere Folgen vorüberging, blieb unbekannt.

Von dem ursprünglichen Stenson'schen Versuche unterscheidet sich der beschriebene, abgesehen von dem operativen Verfahren, auch noch dadurch, dass dort nur die Arterie, hier Arterie und Vene unterbunden werden. Ségalas d'Etchepare,[1])

1) Magendie, Journal de Physiologie expérimentale et pathologique. t. IV. 1824. p. 288.

James Philipps Kay[1]) und Longet[2]) haben bereits den Stenson'schen Versuch mit dieser Abänderung wiederholt, und sind, die beiden ersteren bestimmt, der letztere, indem er sich die genauere Untersuchung noch vorbehielt, zu dem Ergebniss gelangt, dass bei dem gleichzeitigen Unterbinden der Vene die Leistungsfähigkeit der Muskeln länger als bei dem Unterbinden der Arterie allein erhalten bleibe. Dies Ergebniss würde sich leicht dadurch erklären, dass in dem Fall, wo nur die Arterie unterbunden ist, die Muskeln theils durch die elastische Zusammenziehung der Arterie, theils durch den Druck, den sie selber ausüben, sehr bald ganz blutleer werden, dagegen bei gleichzeitig unterbundener Vene ihnen ein Vorrath arteriellen Blutes bleibt, von dem sie noch ein Weilchen zehren können.

Ich habe bei der gleichzeitigen Unterbindung von Arterie und Vene zwar meist erst nach einiger Zeit, fünf Minuten bis zu einer Viertelstunde, die vollständige Lähmung der Beine eintreten sehen, allein in einem Falle auch im Laufe weniger Secunden. Ich muss es zweifelhaft lassen, ob das spätere Eintreten der Lähmung in jenen Fällen davon herrührte, dass mit der Arterie zugleich die Vene unterbunden war, oder daher, dass die Gefässe, zwischen den Polstern der M.M. psoae, den Druck der Schnur nicht hinreichend erfuhren. Die erstere Möglichkeit wird durch den Fall, wo die Lähmung augenblicklich eintrat, insofern nicht abgeschnitten, als es denkbar ist, dass in diesem Fall in Folge irgend eines Umstandes nur die Aorta einem hinlänglichen Druck ausgesetzt war.[3])

1) Edinburgh Medical and Surgical Journal. 1828. vol. XXIX. p. 54. 55. 57.

2) Recherches expérimentales sur les Conditions nécessaires à l'Entretien et à la Manifestation de l'Irritabilité musculaire avec Applications à la Pathologie. A Paris 1841. p. 29; — Traité de Physiologie. 2me Ed. Paris 1857. t. I. 3me Partie. p. 36.

3) Ich finde nachträglich, dass schon der alte Joh. Conr. Brunner einmal in der Absicht, den Ductus thoracicus zu unterbinden, die Brustwirbelsäule eines Hundes zwischen der 9. und 10. Rippe mit einer Nadel umstochen, und beim Zuschnüren des Bandes über dem Rückgrat denselben Erfolg, wie bei Unterbindung der Aorta, beobachtet hat. Experimenta nova circa Pancreas etc. Lugd. Bat. 1722. p. 186

Mittheilungen aus dem physiologischen Institute zu Breslau.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Rudolf Heidenhain.

Die Leitung des physiologischen Institutes der Breslauer Universität ist zu Ostern 1859 in meine Hand übergegangen. Erst im dritten Semester meiner hiesigen Thätigkeit fand sich in der Anstalt eine grössere Zahl junger Mediciner zu den praktischen Uebungen ein, für welche ich das Institut sowohl Vor- als Nachmittags geöffnet hatte. Dank der Verbindung des Instituts mit einer Wohnung für den Director bin ich im Stande, während der ganzen Arbeitszeit fast unausgesetzt in den Arbeitsräumen anwesend zu sein und die Untersuchungen zu überwachen.

Der Plan, welchen ich bei Leitung der Uebungen befolge, fasst einen doppelten Zweck in's Auge. Einmal suche ich den Practicanten gewisse Kenntnisse und technische Fertigkeiten zu geben, die, durch theoretische Studien nicht erreichbar, für die spätere ärztliche Praxis von unmittelbarer Wichtigkeit sind. Dahin gehört die Uebung im Gebrauche des Mikroskopes, zu deren Erwerbung an drei Nachmittagen der Woche von allen Practicanten zusammen ein mikroskopischer Cursus unter meiner Leitung durchgemacht wird, der die ganze allgemeine und specielle Histologie zum Gegenstande hat. Diesen Theil der Anatomie in die physiologischen Uebungen aufzunehmen, ist um so mehr geboten, als an der hiesigen Universität die mikroskopische Anatomie keine anderweitige Vertretung hat, vielmehr die Pflege derselben von jeher eine Obliegenheit des Physiologen gewesen ist. Zu den Gegenständen, welche im Laufe des Semesters von allen Practicanten durchgemacht werden, gehören ferner die physiologisch und pathologisch wichtigen Titrir-Analysen, die Reactionen auf die physiologisch und pathologisch wichtigen organischen Substanzen u. s. f.

Der grössere Theil der Zeit aber bleibt den selbständigen

Untersuchungen der Practicanten gewidmet. Ich trage kein Bedenken, selbst solchen Studirenden, die anderweitig sich noch keine besonderen experimentellen Fertigkeiten angeeignet haben, Aufgaben zur eigenen Untersuchung zu stellen. Mich leitet dabei die Ueberzeugung, dass der Hauptwerth der physiologischen Uebungen für den jungen Mediciner darin besteht, dass er beobachten und im Geiste der heutigen Naturwissenschaft denken lerne. Die für die Physiologie seit ihrer letzten Reform als erster und oberster Grundsatz hingestellte Wahrheit, dass ein jeder Process im Organismus Function ist einer grossen Zahl von Veränderlichen, und dass, einen Process erklären, nichts Anderes ist, als die Natur der Function bestimmen, — diese Wahrheit ist auch für die Pathologie der einzig richtige Wegweiser und der Hauptsatz der gesammten medicinischen Logik. Das physiologische Institut ist der Ort, wo dieser Satz den Studirenden zuerst tagtäglich in concreter Gestalt entgegentritt. Die erfolgreichste Methode, denselben zum vollen Verständniss zu bringen und alle seine Consequenzen zu entwickeln, besteht in der Anleitung zu selbstständigen Experimentalarbeiten, am besten über noch nicht untersuchte Gegenstände. Wiederholung schon bekannter Versuche führt nicht so gut zum Ziele; die Aufmerksamkeit und das Nachdenken werden weit weniger angeregt, wenn das Resultat des Versuches und das Gesetz der Erscheinungen schon im Voraus bekannt sind, als wo beide erst ermittelt werden sollen.

Ich habe die Absicht, die Früchte der experimentellen Studien in dem hiesigen Institute in fortlaufenden Mittheilungen den Fachgenossen vorzulegen. Die folgenden Abhandlungen, sämmtlich im laufenden Sommer vollendet, mögen den Anfang machen. In Kurzem werden ihnen einige andere folgen.

Von dem Breslauer physiologischen Institute, dem ältesten Deutschlands, ist durch seinen grossen Gründer, den unermüdlichen genialen Purkinje, so Vieles ausgegangen, was für alle Zeiten in den Jahrbüchern der Wissenschaft als Wahrheit verzeichnet bleiben wird. Mögen die nachfolgenden Blätter ihm einen verehrungsvollen Gruss von der jungen Generation bringen, welche jetzt den von ihm hinterlassenen Spuren folgt, Nichts mehr wünschend, als dass es ihr gelingen möge, zu zeigen, dass die hier von ihm zurückgebliebene Erbschaft nicht müssig vergeudet wird.

Breslau, Ende August 1860.

I. Abhandlung.

Zur Kenntniss der Gallenabsonderung.

Von Dr. V. Friedländer und Dr. C. Barisch.
(Mitgetheilt von R. Heidenhain.)

Bei früheren gelegentlichen Vivisectionen an Meerschweinchen war mir die ausserordentliche Anfüllung der Gallenwege, nicht blos der Gallenblase, sondern auch der Ausführungsgänge aufgefallen, die man bei diesen Thieren sehr häufig trifft. Ich fand den Duct. hepaticus, cysticus und choledochus wiederholt so gefüllt, als ob sie künstlich injicirt wären, — ein für die Demonstration des Verlaufes jener Canäle sehr bequemer Umstand. Diese gelegentlichen Beobachtungen bestimmten mich, zwei der eifrigsten meiner Practicanten, die Herren Dr. V. Friedländer und Dr. C. Barisch, eine Untersuchung der Gallensecretion bei jenen Thieren anstellen zu lassen. Die ursprüngliche Absicht war, zu ermitteln, ob durch die Erzeugung des künstlichen Diabetes durch den Bernard'schen Stich die Gallensecretion eine Aenderung erfahre. Voruntersuchungen aber, die manches Interessante boten, haben fast das ganze Sommer-Semester in Anspruch genommen, so dass die Beantwortung jener ursprünglichen Frage dem nächsten Semester aufbehalten bleiben muss.

Meerschweinchen empfehlen sich zu Untersuchungen über die Gallensecretion ausserordentlich, weil Gallenblasenfisteln bei diesen Thieren so schnell und leicht anzulegen sind, wie kaum bei einer anderen, bisher untersuchten Säugethierart. Die Operation ist folgende: Ein Längsschnitt, von dem unteren Ende des Proc. xiphoideus sterni an in der Linea alba 1 bis $1^1/_4$ Zoll lang durch die Bauchdecken geführt, öffnet das Abdomen des wohl ätherisirten Thieres. Man trifft hier zuverlässig auf den Pylorustheil des Magens. Es bedarf nur eines leisen Zuges an demselben, um das oberste Ende des Dünndarmes zu Gesichte zu bekommen. Der Anfangstheil des Duodenum bildet, entsprechend der Pars transversalis superior beim Menschen, eine Schlinge, die ihre Convexität nach dem Zwerch-

felle kehrt. Ungefähr auf dem Gipfel dieser Convexität mündet der Ductus choledochus in den Dünndarm; er lässt sich ohne alle Schwierigkeit unterbinden. Die Gallenblase, welche wir ohne Ausnahme prall gefüllt fanden, bietet sich fast von selbst dar, wenn man mit einer Pincette unter das innere Ende der rechtsseitigen untersten Rippe geht. Nach Befestigung einer Canüle von 2—3 Mm. Durchmesser in derselben, wird die Bauchwunde durch Näthe geschlossen, nachdem das freie Ende der Canüle nach aussen geleitet ist. Die Galle tropft sehr bald aus der Canüle ab und lässt sich zur Untersuchung auffangen.

I. Physikalisch-chemische Beschaffenheit der Galle des Meerschweinchens. Bei den sehr geringen Mengen von Galle, die sich selbst bei mehrstündigem Auffangen erhalten liessen, konnte an eine genaue chemische Analyse nicht gedacht werden. Wir müssen uns daher auf die Angabe von Einzelheiten beschränken. Die Farbe der frischen Galle ist hell bernsteingelb, nicht, wie bei den sonstigen Herbivoren, grün. Für das Kaninchen geben Bidder und Schmidt[1]) als normale Farbe hell Grasgrün, für das Schaaf Olivengrün an. Die Galle des Meerschweinchens zeigt einen leicht hellgrünen Stich höchstens dann, wenn die Thiere längere Zeit gehungert haben, doch ist der vorherrschende Farbenton auch dann noch helles Gelb. Nach längerem Stehen an der Luft geht diese Farbe in Grün über.

Die Reaction der ganz frisch aufgefangenen, völlig schleimfreien Galle finden wir ganz ohne Ausnahme alkalisch, im Gegensatze zu Bidder und Schmidt,[2]) welche die Reaction des frischen und unverweilt aufgefangenen Lebersecretes für die von ihnen untersuchten Thiere als neutral angeben.

Der Gehalt der Galle des Meerschweinchens an festen Bestandtheilen ist nach drei von mir ausgeführten Bestimmungen geringer, als bei irgend einem bisher untersuchten Thiere. Die frische Galle der Katzen, Hunde, Schaafe ent-

1) Verdauungssäfte u. s. f. S. 213.
2) Ebendaselbst S. 215.

hält nach Bidder und Schmidt[1]) 5 pCt., die des Kaninchens kaum 2 pCt. fester Theile. Ich fand beim Meerschweinchen in einem Falle 1,23 pCt., in zwei anderen Fällen 1,35 pCt. bei 110° C. nicht flüchtiger Substanzen.

Diesem äusserst geringen Gehalte an festen Theilen ist es wohl zuzuschreiben, dass die Galle, nach Pettenkofer's Methode untersucht, die Anwesenheit der gewöhnlichen Gallensäuren nicht erkennen lässt. Wenigstens konnten wir weder in der frischen Galle noch in dem trockenen Rückstande von 3,727 Grm. Galle, der in wenig Wasser gelöst wurde, Säuren, welche Cholalsäure als Paarling enthielten, nachweisen.

II. Grösse der Gallensecretion beim Meerschweinchen. Was der blosse, mir wiederholt gewordene Anblick der prall gefüllten Gallenwege des Meerscheinchens vermuthen liess, dass nämlich die Secretion bei diesem Thiere ganz besonders lebhaft sei, bestätigte eine genauere Untersuchung, wie folgende Beispiele lehren.

Versuch I., am 13. Juni 1860. Körpergewicht 778 Grm. Bis 9 Uhr früh hatte das Thier gefressen. In einzelnen Viertelstunden wurde aufgefangen:

	Frische Galle	Danach secernirt 1000 Grm. Thier in 1 Stunde Grm.	Danach secernirt 1000 Grm. Thier in 24 Stunden Grm.
1. 11 Uhr bis 11¼ Uhr	1,6	8,72	209,28
2. 11½ „ „ 11¾ „	1,719	8,80	211,20
3. 11¾ „ „ 12 „	1,321	6,76	162,24
4. 3 „ „ 3¼ „	1,069	5,48	131,52
5. 3¼ „ „ 3½ „	1,21	6,20	148,80
6. 3½ „ „ 3¾ „	1,551	7,96	191,04
Mittel	1,411	7,32	175,68

Von dem Gemenge der Vor- und Nachmittagsgalle waren 3,328 Grm. zur Bestimmung des festen Rückstandes benutzt worden. Sie enthielten 0,045 Grm. bei 110° nicht flüchtiger Substanzen, d. i., 1,35 pCt. Mithin schied 1 Kgr. Thier durchschnittlich in einer Stunde 0,098 Grm. oder 1 Kgr. in 24 Stun-

3) Ebendaselbst S. 214.

den 2,352 Grm. fester Substanzen aus. — Leider war bei diesem Thiere das Gewicht der Leber nicht bestimmt worden.

Am nächsten Morgen früh 7 h. wurde das Thier todt gefunden.

Versuch II., am 16. Juni 1860. Körpergewicht des Versuchsthieres 470 Grm. Um 9 h. Morgens war das Thier aus dem Stalle genommen, in welchem ihm überreiche Futtermengen fortwährend vorlagen.

Gewicht der Leber 15,7 Grm.; Verhältniss des Lebergewichts zum Gesammtkörpergewicht 1 : 29,9.

Zeit des Auffangens.	Frische Galle	Mithin secernirt 1000 Grm. Thier		Es secerniren 1000 Grm. Leber	
	in $\frac{1}{4}$ Std. Grm.	in 1 Std. Grm.	in 24 Std. Grm.	in 1 Std. Grm.	in 24 Std. Grm.
1. 10 h. 27′—10 h. 42′	0,709	6,03	144,72	180,60	4334,40
2. 10 h. 42′—10 h. 57′	0,625	5,31	127,44	159,24	3821,76
3. 10 h. 57′—11 h. 12′	0,831	7,07	169,68	211,72	5081,28
4. 11 h. 27′—11 h. 42′	0,819	6,96	167,04	208,64	5007,36
5. 11 h. 43′—11 h. 58′	0,827	7,01	168,24	210,68	5056,32
6. 11 h. 59′—12 h. 14′	0,820	6,97	167,28	208,92	5014,08
7. 12 h. 14′—12 h. 29′	0,961	8,34	200,16	244,84	5876,16
8. 3 h. 30′— 3 h. 45′	0,783	6,66	159,84	196,92	4726,08
9. 3 h. 53′— 4 h. 8′	0,858	7,30	175,20	218,60	5246,40
Mittel	0,803	6,85	164,40	204,46	4905,87

Am nächsten Morgen wurde das Thier todtenstarr gefunden.

Von der Mischung der verschiedenen Galleportionen wurden 5,357 Grm. zur Bestimmung des festen Rückstandes benutzt. Sie enthielten 0,066 Grm. fester Theile, d. i. 1,23 pCt. Mithin secerniren in der Galle an festen Theilen

	1000 Grm. Thier		1000 Grm. Leber	
	in 1 Stunde	in 24 Stdn.	in 1 Stunde	in 24 Stdn.
im Durchschn.	0,084 Grm.	2,016 Grm.	2,51 Grm.	60,24 Grm.

Versuch III. 18. Juni 1860. Körpergewicht des Thieres 560 Grm. Operation unmittelbar nach der Entfernung vom Futter um 9 Uhr.

Die Ergebnisse lieferten folgende Tabelle:

Zeit des Auffangens.	Frische Galle in $\frac{1}{4}$ St. Grm.	1000 Grm. Thier in 1 St. Grm.	1000 Grm. Thier in 24 St. Grm.	1000 Grm. Leber in 1 St Grm.	1000 Grm. Leber in 24 St. Grm.
1. 10 h. 25′—10 h. 40′	0,6675	7,41	177,84	224,36	5384,64
2. 10 h. 43½′—10 h. 58′	0,609	6,76	162,24	204,68	4912,32
3. 10 h. 59′—11 h. 14′	0,553	6,14	147,36	185,88	4461,12
4. 11 h. 14′—11 h. 29′	0,578	6,42	154,08	194,28	4662,72
5. 11 h. 29′—11 h. 44′	0,599	7,21	173,04	201,32	4831,68
6. 11 h. 45′—12 h. —′	0,584	6,48	155,52	196,28	4710,72
7. 12 h. 1′ —12 h. 16′	0,624	6,92	166,08	209,72	5033,28
8. 12 h 17′—12 h. 32′	0,6325	7,02	168,48	212,60	5102,40
9. 2 h. 37′— 2 h. 52′	0,734	7,87	188,88	246,72	5921,28
10. 2 h. 52′— 3 h. 7′	0,742	8,24	197,76	249,40	5985,60
11. 3 h. 7′ — 3 h. 22′	0,583	6,47	155,28	196,00	4704,00
Mittel	0,627	6,99	167,86	211,07	5064,52

Am nächsten Morgen zwischen 7 und 8 Uhr starb das Thier. Die Leber wog 11,9 Grm.; Verhältniss des Lebergewichts zum Körpergewicht 1 : 30,2.

Portion 1 bis 8 der aufgefangenen Galle wurden gemischt, davon 3,695 Grm. zur Bestimmung des festen Rückstandes verwandt. Sie enthielten 0,050 Grm. = 1,35 pCt. fester Theile.

Danach lieferten

	1000 Grm. Thier in 1 St.	1000 Grm. Thier in 24 St.	1000 Grm. Leber in 1 St.	1000 Grm. Leber in 24 St.
an festen Theilen	0,094 Grm.	2,26 Grm.	2,84 Grm.	68,37 Grm.

Versuch IV., 23. Juli 1860. Körpergewicht 503 Grm.; Lebergewicht 23,15 Grm. Verhältniss beider 1 : 21,7. 18stündige Nahrungsentziehung vor der Operation. Es ergab sich:

	Frische Galle in $\frac{1}{4}$ St. Grm.	1000 Grm. Thier in 1 St. Grm.	1000 Grm. Thier in 24 St. Grm.	1000 Grm. Leber in 1 St. Grm.	1000 Grm. Leber in 24 St. Grm.
1.	0,88	6,99	167,76	152,04	3648,96
2.	0,787	6,24	149,76	135,96	3263,04
3.	0,874	6,75	162,00	151,11	3626,64
4.	0,882	7,01	168,24	152,82	3667,68
5	0,938	7,46	179,04	162,07	3889,68
6.	0,091	8,67	208,08	188,50	4524,00
Mittel	0,908	7,18	172,48	157,08	3776,66

Das Thier starb, wie alle übrigen, in der Nacht nach der Operation.

Versuch V., 25. Juli 1860. Körpergewicht 610 Grm., Lebergewicht 19,23 Grm. Verhältniss des letzteren zu dem ersteren 1 : 31,7. — 24stündige Nahrungsentziehung vor der Operation. Unmittelbar nach der Opertion wurde aufgefangen:

	Frische Galle	1000 Grm. Thier		1000 Grm. Leber	
	in ¼ St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.
1.	0,947	6,201	148,82	119,48	2867,52
2.	1,056	6,92	166,08	133,21	3197,04
3.	1,102	7,22	173,28	139,05	3337,20
4.	0,927	6,07	145,68	116,97	2807,28
Mittel	1,008	6,602	158,46	124,67	3052,26

Versuch VI., 27. Juli 1860. Körpergewicht 518 Grm.; Lebergewicht 18,4 Grm. Verhältniss des letzteren zu ersterem 1 : 28,1. Nahrungsentziehung seit dem 26. Juli früh 8 h. Am 27. Juli, früh 10 Uhr, unmittelbar nach beendeter Operation, nach 26stündigem Hunger, beginnt das Auffangen:

Zeit	Frische Galle	1000 Grm. Thier		1000 Grm. Leber	
	in ¼ St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.
Morg. 10 —10¼ h.	1,430	11,04	264,96	310,87	7460,88
- 10¼—10½ h.	1,110	8,571	205,70	241,30	5791,20
- 10½—10¾ h.	1,021	7,884	189,21	221,95	5326,80
- 10¾—11 h.	1,154	8,911	213,86	250,87	6020,88
Nachm. 3¼— 3½ h.	1,060	8,185	196,44	230,43	5528,16
„ 3½— 3¾ h.	0,971	7,498	179,95	211,08	5065,92
„ 3¾— 4 h.	1,110	8,571	205,70	241,30	5791,20
Abends 9½— 9¾ h.	0,740	5,714	137,13	160,87	3860,88
„ 9¾—10 h.	0,722	5,575	133,80	157,00	3768,00
Gesammt-Mittel	1,035	7,994	191,86	225,07	5401,54
Mittel mit Ausnahme der 2 letzten Beobachtungen	1,122	8,665	208,10	243,97	5855,00

Versuch VII., 1. August 1860. Körpergewicht 390 Grm. Lebergewicht 17,3 Grm. Verhältniss des letzteren zu ersterem 1 : 22,5. Nahrungsentziehung seit dem 30. Juli 1860, früh 8 h. Das Auffangen der Galle beginnt unmittelbar nach der Operation, am 1. August 1860, früh 11 h., also nach 51stündiger Nüchternheit. In 4 nach einander folgenden Viertelstunden wurde erhalten:

	Frische Galle	1000 Grm. Thier		1000 Gr. Leber	
	in ¼ St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.
1.	0,829	8,502	204,048	191,67	4600,08
2.	0,763	7,82	187,68	176,41	4233,84
3.	0,731	7,49	178,76	169,01	4056,24
4.	0,670	6,89	165,36	154,91	3717,84
Mittel	0,748	7,675	183,962	173,00	4152,00

Versuch VIII., 31. Juli 1860. Körpergewicht 425 Grm. Lebergewicht 13,64 Grm. Verhältniss 1 : 31,1. Nahrungsentziehung seit dem 27. Juli, Nachmittags 4 h. Am 30., 10 h. früh, nach 66stündigem Hunger, unmittelbar nach der Operation, wird in 4 auf einander folgenden Viertelstunden aufgefangen:

	Frische Galle	1000 Grm. Thier		1000 Grm. Leber	
	in ¼ St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.	in 1 St. Grm.	in 24 St. Grm.
1.	0,654	6,15	147,60	191,86	4604,64
2.	0,534	5,02	120,48	155,86	3740,64
3.	0,519	4,88	117,12	152,20	3652,80
4.	0,360	3,38	71,12	105,57	2533,68
Mittel	0,516	4,85	114,08	151,37	3632,94

Stellen wir die Mittelzahlen dieser Versuche zusammen (wobei aus Versuch II. das Mittel der ersten 7 Beobachtungen genommen wird, weil die 2 letzten, $11^1/_2$ St. nach der Operation angestellten Beobachtungen zu sehr von den übrigen abweichen), so ergiebt sich folgende Tabelle:

Versuchsnummer	Dauer der Nahrungsentziehung	Körpergewicht	Gewicht der Leber	Verhältniss beider	Es wird in ¼ St. secernirt frische Galle	1000 Grm. Thier secerniren		1000 Grm. Leber secerniren	
						in 1 St.	in 24 St.	in 1 St.	in 24 St.
	Stunden	Grm.	Grm.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
I.	0	778	?	?	1,411	7,32	175,68	?	?
II.	0	470	15,7	1 : 29,9	0,803	6,85	164,40	204,46	4905,87
III.	0	360	11,9	1 : 30,2	1,627	6,99	167,86	211,07	5064,52
IV.	18	503	23,15	1 : 21,7	0,908	7,18	172,48	157,08	3776,66
V.	24	610	19,23	1 : 31,7	1,008	6,602	158,46	124,67	3052,26
VI.	26	518	18,4	1 : 28,1	1,122	8,665	208,10	243,97	5855,00
VII.	51	390	17,3	1 : 22,5	0,748	7,675	183,96	173,00	4152,00
VIII.	66	425	13,64	1 : 31,1	0,516	4,85	114,08	151,37	3632,94
Mittel der ersten 7 Beobachtungen		518,4	17,61	1 : 27,3	1,080	7,326	175,84	185,54	4467,71

Die Durchsicht dieser Zahlen lehrt zunächst, dass nach der Aufnahme von Speisen die Gallenabsonderung nicht, wie Bidder und Schmidt für Fleischfresser lehrten, eine continuirliche, längere Zeit dauernde Steigerung erfährt; vielmehr schwankt die Absonderungsgrösse für eine Stunde, bezogen auf die Einheit des Körpergewichts, bei Versuch I. bis IV. zwischen 6,602 Grm. und 8,665 Grm., ohne dass sich mit fortschreitender Dauer der Nahrungsentziehung die Zahlen in einem bestimmten Sinne änderten. Erst nach 66stündiger Nahrungsentziehung findet eine entschiedene Abnahme der Absonderung statt. Es erklärt sich dies vielleicht daraus, dass bei Pflanzenfressern der Magen noch lange Zeit nach der letzten Nahrungsaufnahme sehr angefüllt bleibt; während des normalen Lebens wird er niemals leer und von ihm aus dem Darm fortwährend Material zur Verarbeitung geboten. Aufnahme von neuem Futter steigert den Verdauungsprocess nicht in so merklichem Grade, wie bei Fleischfressern, weil er noch von der vorangegangenen Futteraufnahme her im besten Gange war. Deshalb auch keine so merkliche Steigerung der Gallenabsonderung, und aus demselben Grunde erst sehr lange nach der Nahrungsentziehung eine merkliche Verminderung derselben, viel später als nach Bidder und Schmidt bei Fleischfressern.

Um die Absonderungsgrösse der Galle bei Meerschweinchen mit der Lebendigkeit der Secretion bei verwandten Thieren vergleichen zu können, führe ich hier die Zahlen an, die Bidder und Schmidt für Kaninchen und Schaafe fanden. Die Zahlen der letzten Columne sind nach den Angaben jener Autoren berechnet.

Thier	Körpergewicht Grm.	Lebergewicht Grm.	Verhältniss beider	1 Kgr. Thier liefert in 1 St. Grm.	1 Kgr. Leber liefert in 1 St. Grm.
1. Kaninchen	1625	40,66	1 : 39,9	4,277	170,95
2. Kaninchen	1054	38,80	1 : 27,42	9,154	248,65
3. Kaninchen	1930	60,86	1 : 32,05	4,028	127,67
4. Kaninchen	1630	46,0	1 : 35,45	3,071	141,21
5. Kaninchen	1390	42,34	1 : 32,85	4,824	158,38
Mittel	1525,8	45,73	1 : 33,5	5,070	169,37

Thier	Körpergewicht	Lebergewicht	Verhältniss beider	1 Kgr. Thier liefert in 1 St. Grm.	1 Kgr. Leber liefert in 1 St. Grm.
6. Schaaf	21019	450	1 : 46,47	1,239	57,87
7. Schaaf	20690	406,9	1 : 50,84	1,143	58,23
8. Schaaf	30566	520	1 : 58,78	0,496	44,53
9. Schaaf	21235	364,7	1 : 58,22	1,558	90,72
Mittel	23377	435,4	1 : 53,57	1,109	62,83

Aus der Vergleichung dieser und der an Meerschweinchen gewonnenen Zahlen ergeben sich folgende Schlüsse:

1) Die von der Körpergewichtseinheit (1 Kgr. Thier) in 1 Stunde gelieferte Gallenmenge sinkt mit wachsendem Körpergewichte beträchtlich. Denn es ist für

	Schaafe	Kaninchen	Meerschweinchen
Mittleres Körpergewicht	23377 Grm.	1525,8 Grm.	518,4 Grm.
Mittlere Gallenmenge für 1 Kgr. in 1 Stunde	1,109 „	5,070 „	7,326

2) Diese Thatsache erklärt sich zum Theil daraus, dass bei den grösseren Thieren die Leber relativ kleiner ist, als bei kleineren Thieren. Denn es ist

	beim Schaafe	Kaninchen	Meerschweinchen
das Verhältniss des Lebergewichts zum Körpergewichte	1 : 53,57	1 : 33,5	1 : 27,3

3) Aber hierin liegt nicht der alleinige Grund der stärkeren Secretion bei den kleineren Thieren, denn wenn man die von der Lebergewichtseinheit in 1 Stunde gelieferte Gallenmenge berechnet, erhält man

	beim Schaaf	Kaninchen	Meerschweinchen
1 Kgr. Leber liefert in 1 St. an Galle	62,83 Grm.	169,37 Grm.	185,54 Grm.

d. h. also, die Leber des Meerschweinchens secernirt für gleiche Gewichtstheile mehr Galle, als die des Kaninchens und die des letzteren mehr als die des Schaafes.

4) Die obigen Zahlen werden noch schlagender, wenn man sie in folgender Fassung ausspricht:

Es secernirt in 24 Stunden

	das Meerschweinchen	Kaninchen	Schaaf	
der Körper	$\frac{1}{5,6}$	$\frac{1}{8,2}$	$\frac{1}{37,5}$	mal des eigenen Gewichtes.
die Leber	4,467	4,064	1,507	

frischer Galle.

5) Ganz anders gestalten sich die relativen Verhältnisse der Gallenabsonderung bei den von uns untersuchten drei Thierarten, wenn wir die festen Bestandtheile der Galle in Betracht ziehen. Leider war das Material für unsere Untersuchungen so knapp, dass die Bestimmung der festen Theile nur in wenigen Fällen vorgenommen wurde. Immerhin lassen schon diese wenigen Bestimmungen einige Schlüsse zu. Wir stellen die Ergebnisse an Meerschweinchen mit denen von Bidder und Schmidt an Kaninchen und Schaafen gewonnenen, in folgender Tabelle zusammen.[1])

Thier	1 Kgr. Thier secernirt an festen Gallenbestandtheilen in 1 Stunde Grm.	1 Kgr. Leber secernirt an festen Gallenbestandtheilen in 1 Stunde Grm
I. Meerschweinchen	0,098	?
II. Meerschweinchen	0,084	2,51
III. Meerschweinchen	0,094	2,84
Mittel	0,092	2,67
I. Kaninchen	0,093	3,73
II. Kaninchen	0,172	4,93
III. Kaninchen	0,086	2,72
IV. Kaninchen	0,062	3,04
V. Kaninchen	0,102	4,32
Mittel	0,103	3,74
I. Schaaf	0,0756	3,53
II. Schaaf	0,0838	4,26
III. Schaaf	0,0299	1,75
IV. Schaaf	0,0795	4,62
Mittel	0,0672	3,55

Diese Zahlen ergeben mit Bestimmtheit, dass die relativ grössere Gallensecretion des Meerschweinchens gegenüber der des Kaninchens auf einer grösseren Secretion von Wasser durch die Leber beruht. Denn während die Gewichtseinheit Thier in 1 Stunde Gesammtmengen an Galle lieferten, die sich beim Meerschweinchen und Kaninchen wie 7,326 : 5,070 verhielten, ist das Verhältniss der von der Gewichtseinheit Thier

1) Bei den Versuchen Bidder-Schmidt's ist von uns immer nur die erste Secretionsstunde in Betracht gezogen, wie dies jene Autoren selbst für ihre Kaninchen-Versuche wollen (a. a. O. S. 195).

in 1 Stunde durch die Leber ausgeschiedenen Mengen fester Bestandtheile 0,002 : 0,103. Noch viel entschiedener stellt sich die Ausscheidung der festen Bestandtheile zu Gunsten des Kaninchens bei Reduction auf gleiche Lebergewichte heraus.

Während die von 1 Kgr. Leber in 1 Stunde ausgeschiedenen Gallenmengen sich wie 169,37 (K) zu 185,54 (M) verhalten, ist das Verhältniss der festen Theile 3,74 (K) zu 2,67 (M). Man könnte hiernach versucht sein, wenigstens vermuthungsweise folgenden Satz für die Absonderung in der Leber aufzustellen: Wenn der aus den Blutgefässen der Leber in die Gallengänge austretende Wasserstrom bei verschiedenen Thieren wächst, nimmt die absolute Grösse des Stromes der festen Körper ab. — Die am Schaafe und Kaninchen gewonnenen Zahlen scheinen uns freilich bei Begründung jenes Satzes schon im Stiche zu lassen; allein wenn man das dritte Schaaf, dessen Zahlen von den drei anderen enorm abweichen, ausser Betracht lassen wollte, würde man zu dem Ergebnisse kommen, dass

	1 Kgr. Leber in 1 Stunde secernirt Gesammtgalle	feste Theile
beim Schaafe	68,94	4,13
beim Kaninchen	169,37	3,74

also Zahlen, die sich wiederum jenem Gesetze fügen. Eine Andeutung desselben Verhaltens geben auch die Zahlen von Bidder und Schmidt für die Gallensecretion bei Katzen. Ich habe die sechs ersten Versuche von Bidder-Schmidt, welche kurze Zeit nach der letzten Futteraufnahme angestellt wurden, benutzt, um daraus die Mengen von frischer Galle und von festem Rückstande zu berechnen, welche 1 Kgr. Katzenleber in 1 St. liefert. Es ergiebt sich

	1 Kgr. Leber secernirt in 1 St. frische Galle	trockener Rückstand
bei Bidder-Schmidt's Katze IV.	28,59	1,91
II.	27,9	1,89
I.	27,0	1,94
V.	24,9	2,4
III.	24,8	3,12
VI.	24,07	1,71
Mittel	26,21	2,16

Hier steigt wiederum im Allgemeinen die absolute Menge der festen Bestandtheile, während die absolute Menge der ganzen Galle sinkt. Nur No. IV. weicht von der Reihe in sehr beträchtlichem Maasse ab. Die Zahlen von Bidder und Schmidt für Hunde zeigen sehr grosse Differenzen unter einander, so dass sie zur Prüfung nicht passend erscheinen. (1 Kgr. Hund liefert in Versuch V. 2,452 Grm., in Versuch III. 0,423 Grm. Galle.)

Wir bemerken ausdrücklich, dass das eben Gesagte nicht etwa ein begründeter Lehrsatz, sondern nur eine Vermuthung sein soll, die weiter nichts als einen Gesichtspunkt für fernere Untersuchungen giebt. Sollten künftige Forschungen jene Vermuthung bestätigen, so würde damit ein werthvoller Fingerzeig zur Erkenntniss des Mechanismus der Gallensecretion gegeben sein.

6) Endlich ist noch hervorzuheben, dass kein einziges unserer Meerschweinchen die Anlegung der Gallenfistel 24 St. überlebte. Ausser den eben erwähnten 8 Thieren ist noch eine grosse Zahl anderer in diesem Sommer mit einer Gallenfistel versehen worden. Die Operation geschah stets zwischen 9 bis 10 h. früh. Vor 8 h. des nächsten Tages wurden die Thiere regelmässig todt gefunden. Bei der Section fanden sich meistens nur sehr geringe Spuren von Peritonitis. Dass der Tod nicht unmittelbare Folge des operativen Eingriffes war, lehrt ein Versuch, in welchem wir die Gallenfistel nach gewohnter Weise an- und eine Canüle in die Blase einlegten, aber den D. choledochus nicht unterbanden. Das Thier war nach vier Tagen vollkommen gesund. — Die Ursache des Todes der Fistelthiere liegt sehr nahe. Sie frassen nach der Operation nicht. Der enorme Verlust an Wasser blieb unersetzt, kein Wunder, dass sie erlagen. Wenn Bidder und Schmidt die Möglichkeit eines Ersatzes des Gallenverlustes durch gesteigerte Nahrungsaufnahme für Hunde nachgewiesen haben, so dürfte dieses Ergebniss auf Meerschweinchen wohl keinesfalls Anwendung finden. Denn ein täglicher Verlust von $\frac{1}{5,6}$ des Körpergewichtes dürfte sich durch gesteigerte Nahrungszufuhr schwerlich decken lassen!

III. **Ueber den Druck, unter welchem die Galle abgesondert wird.** Um den Druck zu ermitteln, unter welchem die Galle secernirt wird, legten wir eine Gallenblasenfistel in der gewöhnlichen Weise an. Mit der (bei diesen Versuchen ziemlich langen) Canüle wurde eine vertical stehende Glasröhre durch einen kurzen dünnen Gummischlauch in Verbindung gesetzt. Der Schlauch wurde vor dem Ansetzen mit Wasser gefüllt. Bei eintretender Secretion verdrängte die Galle zuerst das Wasser aus dem Schlauche in die Glasröhre und stieg dann selbst in diese nach, um in derselben nach Maassgabe der Secretion mehr oder weniger schnell aufzusteigen. Die Röhre war mit einer Millimeterscala versehen, deren Nullpunkt in der Höhe der Bauchwunde des auf der einen Seite liegenden Thieres, also auch ziemlich genau in der Höhe der Gallenblase lag. Von halber zu halber Minute wurde der Stand des Wasserniveaus in der Glasröhre notirt und damit der jedesmalige Druck in den Gallenwegen bestimmt. Ich lege zunächst die Zahlenergebnisse dieser Versuche vor, um dann dieselben näher zu erörtern. In den folgenden Tabellen bedeuten die Zahlen der mit D bezeichneten Columne durchgängig den Druck in den einzelnen auf einander folgenden halben Minuten, die in der mit δ bezeichneten den Druckzuwachs in einer halben Minute.

Versuch I.

D'	δ	D	δ	Bem.	D	δ	D	δ	Bem.
0		102	3	1) Schwankungen in Folge starker Respirationsbewegungen.	143—144	3—2	165—169	4—5	
22	22	106	4		145—147	2—3	166—168	1— —1	
33	11	108	2		147—149	2—2	166—169	0—1	
40	7	113	5		149—152	2—3	167—169	1—0	
45	5	117	4		?		167—169	0—0	Starke Chloroform-Narkose.
51	6	120	3		151—155	2—3	167—169	0—0	
57	6	121—125[1])	—		152—156	1—1	167—169	0—0	
62	5	124—128	3—3		153—156	1—0	168—170	1—1	
68	6	127—131	3—3		154—157	1—1	168—171	0—1	
73	5	129—132	2—1		155—158	1—1	169—172	1—1	
77	4	132—134	3—2		156—160	1—2	171—175	2—3	
83	6	135—136	3—2		158—161	2—1	171—175	0—0	
89	6	137—138	2—2		159—162	1—1	168—174	3— -1	
94	5	138—139	1—1		160—163	1—1	165—169	3— -5	
99	5	140—142	2—3		161—164	1—1	162—165	-3— -4	

D	δ	Bem.	D	δ	D	δ	D	δ
163—165	1—0	Starke	165—167	1—2	179—181	2—2	192—194	0—0
162—163	−1 — −2	Chloro-	166—168	1—1	181—183	2—2	192—194	0—0
162—164	0—1	form-	168—169	2—1	184—185	3—2	192—193	0— −1
162—164	0—0	Narkose	169—170	1—1	186—187	2—2	193—195	1—2
162—163	0— −1	Die	170—171	1—1	188—189	2—2	194—195	1—0
163—164	1—1	Narkose	175—177	5—6	189—191	1—2	196—195	2—0
164—165	1—1	schwindet	177—179	2—2	192—194	3—3		
		allmäblig.						

Der Versuch musste hier abgebrochen werden, weil die benutzte Glasröhre zu kurz war, und bei heftigen Inspirationen die Galle oben überfloss. Der Versuch gehört überhaupt nicht zu den gelungenen, weil die zu grosse Ergiebigkeit der Respirationsbewegungen Schwankungen des Druckes herbeiführten, welche das Ablesen sehr erschwerten.

Versuch II. 23. Juni 1860. Körpergewicht des Thieres 418 Grm.

Erste Messung.

D	δ	Bemerk.	D	δ	Bemerk.	D	δ	D	δ
0			104	4		168½	1	186	½
10	10		108	4		170	1½	186	0
15	5		112	4		171½	1½	185	−1
20	5		115½	3½		172½	1	185	0
23½	3½	Die	119½	4		173½	1	186½	1½
23½	0	Canüle	122½	3		175	1½	?	
24	½	lag	125½	3		176	1	200	13½
26	2	schlecht.	127	1½		177½	1½	196	−4
?			130	3		178	½	191	−5
30	4		133	3		179	1	185½	−5½
36	6		135½	2½		180	1	183	−2½
40	4		139	3½		181	1	183½	½
44	4		141	2		181	0	183	−½
47½	3½		143	2		181	0	183	0
52	4½		146	3	Tiefe.	181½	½	183	0
56	4		150	4	Athembe-	181½	0	183	0
59	3		152	2	wegungen	182	½	183	0
64	5	Starke	155	3	bei.	182	0	183	0
72½	8½	Be-	157	2	Unter-	182	0	184	1
77	4½	wegung	158½	1½	brechung	182	0	184½	½
83½	6½	des	161	2½	der	182	0	184½	0
88	4½	Thieres.	162	1	Chloro-	182½	½	184½	0
92	4		164	2	form-	184½	2	18	½
96	4		165½	1½	narkose.	185½	1	184½	−½
100	4		167½	2		185½	0	184	−½

Das Manometer wurde abgenommen. In der Canüle zeigte sich die Galle blutig, wahrscheinlich weil bei den heftigen Bewegungen des Thieres das Innenende der Canüle leichte Schleimhautverletzungen in der Blase herbeigeführt hatte. Ein kleines lockeres Faserstoffgerinnsel in der Canüle lag auf einer Seite der Wand derselben an, füllte aber das Lumen nicht aus und konnte sie deshalb nicht verstopft haben, da der Manometerstand ja noch bis zu allerletzt durch fortwährende Veränderungen zeigte, dass der Weg zwischen der Gallenblase und der Glasröhre frei war. Um vollkommen sicher zu gehen, wurde eine zweite Messung angestellt; die Secretion ging lebhaft vor sich, das Steigen des Druckes erfolgte nach den Zahlen 5, 8, 12, 17, 23, 29, 34½, 38, 44, 48, 52 u. s. f. bis etwa 196, doch war der Versuch nicht ganz genau, weil in den Gummischlauch etwas Luft vor dem Ansetzen an die Canüle eingedrungen war, die später die Wasserdrucksäule in zwei Hälften theilte.

Versuch III. 29. Juni 1860. Gewicht des Thieres 717 Grm.

Erste Messung. Die Wassersäule stand von vornherein, nachdem der Schlauch an die Canüle angesetzt war, auf 34 Mm.

D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ
34		122	6	159	4½	189½	2½	208	1½	205	− 2	207	− ½
46	12	127	5	163	4	193	3½	209½	1½	206	1	207	0
59	13	131½	4½	167	4	197	4	210	½	206½	½	206	− 1
69½	10½	136½	5	171	4	200½	3½	211½	1½	207	½	205	− 1
82	12½	141	4½	174	3	201½	1	210	− 1½	207½	½	202	− 3
91	9	145	4	178½	4½	203	1½	210	0	?		204	2
100	9	150	5	184	5½	205	2	208	− 2	208½	1	203	− 1
109	9	154½	4½	187	3	206½	1½	207	− 1	207½	− 1	205	2
116	7												

Zweite Messung, nachdem das Manometer abgenommen, entleert und von Neuem angesetzt war.

D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ
5		26	8½	46½	7½	63	6	73	3	85½	4½	99	4	111	4	118	2	126½	3½
12	7	34	8	53	6½	65	2	77	4	88	2½	101	2	114	3	121	3	129	2½
17½	5½	39	5	57	4	70	5	81	4	95	7	107	6	116	2	123	2	131½	2½

D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ
134	2½	140½	1	146	2	149	0	152	1	154	½	153	− 1	155	1	157	1
136½	2½	142	1½	147	1	149½	½	153	1	154	0	153	0	156	1	156	− 1
137½	1	143	1	148	1	150	½	153½	½	154	0	154	1	156	0	155	− 1
139½	2	144	1	149	1	151	1										

Dritte Messung.

Das Manometer wurde abgenommen, entleert, dann so viel Wasser in dasselbe gefüllt, dass nach neuem Ansetzen der Druck 160 betrug. Es sank schnell auf 135, weil die Blase und die Gallengänge schnell Wasser aufnahmen, dann fand von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Minute Steigen des Druckes statt, wie folgt:

135	147	147
136	148	144
139	148	144
142	148	143½
145	147	143½ u. s. f.

Oscillationen zwischen 143½ und 145½, den Athembewegungen des Thieres folgend.

Vierte Messung.

Versuch wie vorher. Anfänglicher Druck 190 Mm., schnelles Sinken auf 146, Steigen auf 150, Schwanken zwischen 148 und 150 mit den Respirationsbewegungen.

Um uns zu überzeugen, dass die Leber noch zu secerniren im Stande war, setzten wir das Manometer von Neuem unter Nulldruck an und beobachteten schnelles Steigen der Drucksäule. Der Versuch wurde abgebrochen, als der Druck auf 40—50 Mm. gestiegen und somit der Beweis für die Functionsfähigkeit des Organes geliefert war.

IV. Versuch. 4. Juli 1860. Gewicht des Thieres 760 Grm. Anfangsdruck 50.

D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	Bemerk.	D	δ
50		91	11	108	4	124	6	139	4	151	5	168	7		170	− 1
70	20	98	7	112	4	130	6	143	4	156	5	171	3	sehr hef-	174	4
80	10	104	6	118	6	135	5	146	3	161	5	?		tige Be-	177	3
														wegung.		

D	δ	Bemerk.	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ
178	1	Canüle	170	– 9	186	2	192	1	198	0	$201\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$201\frac{1}{2}$	0
171	– 7	tiefer hin-	175	5	187	1	194	2	200	2	$201\frac{1}{2}$	0	200	$-1\frac{1}{2}$
?		einge-	177	2	187	0	195	1	211	11	$201\frac{1}{2}$	0	202	2
179	8	schoben.	182	5	189	2	197	2	201	– 10	$201\frac{1}{2}$	0	202	0
179	0	Canüle[1])	184	4	191	2	198	1	200	– 1	$201\frac{1}{2}$	0	202	0
179	0	tiefer hineinge-schoben.												

Zweite Messung.

Anfangsdruck Null. Nachdem die Flüssigkeitssäule bis 40 gestiegen, wurde von oben her schnell in die Glasröhre Wasser gefüllt, bis der Druck auf 230 gestiegen war. Die Säule sank jetzt schnell auf 218, dann in den einzelnen auf einander folgenden halben Minuten.

218	178
216	179
225 (heftige Inspiration.)	173
220	173
215	150 (heftige Bewegung des Thieres.)
214	
212	186
211	191
208½	250 sehr heftige Inspiration.
185	200
181	201—205 Schwankungen, die Respirationsbewegungen begleitend, längere Zeit zwischen denselben Grenzen.

Dritte Messung. Das Manometer wird entleert und von Neuem unter Nulldruck angesetzt.

1) Die Canüle hatte sich so umgelegt, dass der Eingang zu derselben verschlossen war.

D	δ	D	δ	D	δ	Bemerk.	D	δ	Bemerk.	D	δ
9		100	5	140	2		143	−2		193	3
15½	6½	103½	3½	140	0		144	1		185	−8
25	9½	108	4½	139	−1		144	0	sehr tiefe	180	−5
33	8	113	5	140	1		143	−1	Narkose.	177	−3
42	9	116	3	141	1		144	1		181	4
49	7	119	3	141	0		144	0		179	−2
56	7	124	5	142	1		145	1	Erwacht	175	−4
63	7	126	2	142	0		147	2	aus der	165—170	−10 — 5
70½	7½	128	2	143	1	sehr tiefe	148	1	Narkose.	165—160	−5 — −5
79	8½	132	4	145	2	Narkose.	151	3		148—140	−15 —12
84½	5½	136	4	145	0		155	4	Heftige	153	13
90½	6	138	2	145	0		190	35	Inspi-	158	5
95	5								ration.		

V. Versuch. 6. Juli 1860. Gewicht des Thieres 860 Grm.

Erste Messung. Das Thier in beständiger tiefer Narkose.

D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ	D	δ
0		53	11	93	8	112	5	127	4	142	4	157	5	174	3	183	2	186	½
22	22	68	15	98	5	116	4	131	4	143	1	162	5	177	3	185	2	187	1
32	10	74	6	102	4	120	4	135	4	146	3	166	4	179	2	185½	½	187	0
42	10	85	11	107	5	123	3	138	3	152	6	171	5	181	2			u. s. f.	

Zweite Messung. Das Thier ist nur schwach chloroformirt.

Anfangsdruck 25.

D	δ	D	δ	Bemerk.	D	δ	D	δ	D	δ	Bemerk.	D	δ
25		?			134	3	164	1½	187	1		197—200	0
42	17	97½		Canüle	137	3	165	1	188	1		195	−5
49	7	93	−4½	tiefer in	139	2	167	2	189	1		194	−1
53	4	94	1	die	141½	2½	168	1	189	0		193	−1
55	2	100	6	Bauch-	143	1½	168	0	189	0		193	0
59	4	105	5	höhle	149	6	169	1	189	0		193	0
65	6	109	4	hineinge-	152	3	171	2	191	2	heftige	193	0
70	5	113	4	schoben.	156	4	172	1	193	2	Respi-	192	−1
75	5	117	4		158	2	174	2	198	5	rations-	192	0
79	4	121	4		158	0	177	3	200	2	bewe-	191	−1
82	3	125	4		159	1	181	4	200	0	gungen.	191	0
88	6	128	3		161	2	184	3	200	0		192	1
?	9½	131	3		162½	1½	186	2	200	0		192	0

An diese Zahlenergebnisse knüpfen sich folgende Betrachtungen.

1. In einem mit der Gallenblase in Verbindung stehenden Manometer erreicht die Galle (oder das das Manometer füllende Wasser) nach verhältnissmässig kurzer Zeit eine Druckhöhe, über welche hinaus wenigstens keine dauernde Erhebung[1]) der Drucksäule stattfindet. Dieser Maximaldruck ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung, bei welcher wir den ersten Versuch seiner Unvollständigkeit wegen nicht berücksichtigen:

II.	Versuch	1.	Messung	184—186	Mm.
III.	„	1.	„	210—211	„
		2.	„	154—157	„
		3.	„	143½—145½	„
		4.	„	148—150	„
IV.	„	1.	„	201—202	„
		2.	„	202—205	„
		3.	„	155—158	„
V.	„	1.	„	187	„
		2.	„	höchstens 200	„

Wir werden der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir nur die Resultate der ersten Messungen als Grenzen für den Secretionsdruck ansehen und diesen somit auf 184—212 Mm. für Meerschweinchen festsetzen. Was in Wirklichkeit im Inneren des Secretionsorganes vorgeht, wenn dieser Druck erreicht ist, lässt sich nur vermuthungsweise angeben. Die Constanz des Druckes beweist nur, dass der Inhalt der Gallenwege sich weder vermehrt noch vermindert. Man könnte erstens glauben, dass bei dem bezeichneten Drucke die Wände der Gallengänge und der Gallenblase aufhören dicht zu sein und durch dieselben in der Zeiteinheit eben so viel Flüssigkeit filtrirt, als von der Leber secernirt wird. Allein wir haben weder in dem schon vorgelegten, noch in den später zu be-

1) Vorübergehende Steigerungen des Druckes können durch gewaltsame Inspirationen eintreten, bei welchen durch die Bauchpresse der Inhalt der Gallenblase in das Manometer entleert wird; darüber später.

sprechenden Resorptionsversuchen jemals eine Spur von Flüssigkeit in der Abdominalhöhle gefunden. Dadurch wird jene Annahme widerlegt. Es bleiben noch zwei andere offen. Man könnte annehmen, dass bei dem bezeichneten Drucke zwar die Ausscheidung von Galle durch die Leberzellen, in welchen ja zweifelsohne die Gallenbestandtheile gebildet werden, in die Gallengänge noch fortdauern, dass aber in der Zeiteinheit eben so viel Flüssigkeit von den interlobulären Blutgefässen aus den Gallenwegen aufgenommen wird, als von den Leberzellen aus in diese hinein transsudirt; — dann würde der eigentliche Secretionsdruck der Galle durch die von uns ermittelten Manometerwerthe nicht gemessen, sondern diese Werthe bezeichneten nur denjenigen Spannungsgrad der Gallenwege, bei welchem Gleichheit stattfindet zwischen Flüssigkeitsaufnahme aus den Leberzellen und Flüssigkeitsabgabe an die Blut- (und Lymph-?) Gefässe. Oder man könnte annehmen, dass bei dem bezeichneten Drucke wirklich Spannungsgleichheit zwischen dem Inhalte der Leberzellen und dem Inhalte der Gallenwege stattfinde, also jeder Uebergang von Flüssigkeit aus der ersteren in letztere aufhöre. Die Entscheidung zwischen diesen beiden Deutungsmöglichkeiten kann noch nicht mit Sicherheit getroffen werden. Mir ist die erstere Möglichkeit aus einem später zu erörternden Grunde die wahrscheinlichere. Sobald sie sicher bewiesen werden kann, werden wir die Erkenntniss zweier Vorgänge erreicht haben, deren Wesen uns noch nicht hinreichend erschlossen ist. Es handelt sich um die Mechanik der normalen Gallensecretion und der pathologischen Gallenabsorption, welche manche Formen des Ikterus herbeiführt. Wie man sich hier auch theoretisch entscheiden mag, so glaube ich jedenfalls behaupten zu dürfen, dass schon bei einem Drucke in den Gallenwegen von etwa 200 Mm. Wasserhöhe, sobald derselbe längere Zeit anhält, Ikterus eintritt. Die unerwartete Niedrigkeit des Druckes, dessen es bedarf, um, sei es die Ausscheidung der Gallenbestandtheile ganz aufzuheben, oder doch ihre sofortige Rückkehr in das Blut zu veranlassen, wirft gewiss auf die pathologische Physiologie der Leber ein interes-

santes Licht. Es erklärt sich daraus die Leichtigkeit, mit welcher der Ikterus bei Hindernissen des Abflusses der Galle in den Darm entsteht, und die Geringfügigkeit der Anlässe, welche zu Hindernissen werden können. Dass ein Catarrh der Gallenwege hinreicht, Gelbsucht herbeizuführen, dass Anhäufungen von Fäcalmassen im Dickdarm denselben Erfolg haben können, wird jetzt leicht verständlich. Denn ein Druck von 20 Centimeter Wasserhöhe in den Gallenwegen herbeizuführen, bedarf es nicht eines Verschlusses der ausführenden Canäle, sondern eine Verengerung des Lumens reicht ohne Frage hin, dem Abfluss Widerstände entgegenzusetzen, die erst bei einem weit höheren Drucke überwunden werden. Habe ich doch in letzterer Zeit den Ureter eines Hundes oft erst bei 100 und mehr Centimeter Wasserdruck durchgängig werden sehen! Ja der neuerdings bezweifelte Ikterus spasmodicus dürfte eine Unterstützung darin finden, dass ein fester Verschluss der Gallenwege zur Entstehung der Gelbsucht durchaus nicht nöthig erscheint.

Doch kehren wir nach diesen pathologischen Abschweifungen zu unseren physiologischen Betrachtungen zurück.

2. Das Gesetz, nach welchem der Druck im Laufe der Zeit wächst, lässt sich zwar in seinen allgemeinen Zügen aus unseren Tabellen erkennen, doch ist der Gang desselben durch vielerlei Nebenumstände gestört. Die Tabellen lehren auf den ersten Blick, dass die Druckzuwächse in den ersten Secretionszeiten viel grösser sind als in den späteren. Die Druckcurve, auf die Zeit als Veränderliche bezogen, würde nach der Abscisse hin convex sein und sich schliesslich der Abscisse asymptotisch anschliessen. Eine Reihe von Umständen aber führt Abweichungen von diesem Gesetze herbei. Wir heben darunter folgende hervor:

a. Plötzliche tiefe Inspirationen verstärken plötzlich den Druck in der Bauchhöhle und entleeren den Inhalt der Gallenblase in das Manometer. Die Druckhöhe in demselben steigt sehr jähe, um eben so schnell wieder zu sinken, wenn der Zwerchfelldruck geringer wird. Derartige Unregelmässigkeiten finden sich öfters in den Tabellen, z. B. Versuch IV.

Messung 1., wo der Druck plötzlich von 200 auf 211 steigt, nachdem lange Zeit vorher der Druckzuwachs für $^1/_2$ Minute höchstens 2 Mm. betragen hatte; von 211 sinkt dann der Druck bald wieder auf 200; ebenso Messung 3, wo der Druck in Folge heftiger Respirationsbewegungen plötzlich von 155 auf auf 190 steigt, um bei allmählig sinkender Intensität der Respirationsbewegungen wieder zu fallen.

b. Während tiefer Chloroformnarkose ist die Secretion weniger lebhaft als bei aufgehobener Narkose. Im I. Versuch z. B. bleibt der Druck während tiefer Narkose auf 162—175 Mm. mit kleinen Schwankungen stehen, während später bei aufgehobener Narkose ein allmähliges[1]) Steigen auf 196 stattfindet. In Versuch V. Messung I. war, bei tiefer Narkose, das Maximum des erreichten Druckes 187; Messung 2 zeigt bei schwacher Narkose einen Druck von 200. Vielleicht hängt dieser Einfluss der Betäubung auf die Secretion damit zusammen, dass der Blutdruck während tiefer Narkose in Folge von Herabsetzung der Energie der Herzthätigkeit sinkt.

3. Die späteren Messungen zeigen fast immer einen geringeren Maximaldruck als die erste Messung (mit Ausnahme des eben besprochenen Versuches V.). Es scheint, dass nach vorgängiger Hemmung der Secretion durch Druck, selbst nach der Entlastung des Organes die Ausscheidung noch eine Zeit lang beeinträchtigt bleibt. Doch lässt diese Erscheinung noch eine andere, gleich näher zu besprechende Deutung zu.

4) Es zeigt sich nämlich mitunter, dass die grössten Druckwerthe, welche bei den Versuchen erreicht sind, wenn der Versuch länger fortgesetzt wird, allmählig und langsam wieder abnehmen, was auf eine allmählige Verminderung des Inhaltes der Gallenwege schliessen lässt. Es muss mithin Resorption eintreten. So ist Versuch III. Messung 1, wo der Druck von seinem Maximum 210—211$^1/_2$ allmählig auf 203 sinkt. Wenn man der Ansicht ist, dass die Resorption aus den Gallenwegen auf demselben Wege geschieht, wie die Ausscheidung, d. h.

---

1) Nicht plötzlich, wie es öfter bei schwindender Betäubung der Fall ist, wenn tiefe Inspirationen gemacht werden.

durch die Leberzellen, entstehen hier Schwierigkeiten. Weshalb sollen die Leberzellen, nachdem der grösste Druck erreicht ist, plötzlich in der Richtung von aussen (Gallengänge) nach innen (Blutgefässe) leichter durchgängig werden, als noch kurz vorher und nun, während der Druck auf dieselbe Grösse sinkt, die er vor dem Maximum erreicht hatte, der Flüssigkeitsstrom durch die Zellen seine Richtung ändern? Viel wahrscheinlicher ist es, dass, wie schon früher erörtert, bei dem Druckmaximum Gleichheit stattfindet zwischen dem Strome aus den Leberzellen in die Gallengänge und dem Strome aus den letzteren in die interlobularen Gefässe, dass aber bei länger dauernder Belastung der letztere Strom überwiegend wird, weil die Durchgängigkeit der Membranen, die er durchsetzt, zunimmt. Man vergleiche hiermit das oben sub 1. Gesagte.

5. Beiläufig ist bei den Druckversuchen eine lebhafte Resorption in der Leber bemerkt worden. Bei Versuch III. Messung 4, Versuch IV. Messung 2 wurde in dem Manometer durch Auffüllen plötzlich ein höherer als der vorher ermittelte Secretionsdruck hergestellt. Immer zeigte sich schnelles Sinken der Drucksäule, das wenigstens mit Wahrscheinlichkeit auf lebhafte Resorption schliessen liess. Um diesen Vorgang genauer kennen zu lernen, stellten wir einige Versuche an, die näher erörtert werden sollen.

IV. Ueber Aufsaugung in der Leber.

I. (vorläufiger) Versuch.

Das zu dem V. Druckversuche benutzte Thier wird nach der zweiten oben mitgetheilten Messung zu Resorptionsversuchen in folgender Weise verwandt:

Das entleerte Manometer wird von Neuem angesetzt, ein Steigen der Galle bis auf 54 Mm. beobachtet, dann durch zweimalige Entleerung einer dünn ausgezogenen Pipette ein Druck von 325 Mm. hergestellt: Sinken in $2\frac{1}{2}$ Min. auf 135. Zweite Auffullung auf 370: Sinken in 5 Minuten auf 148. Dritte Füllung auf 490: Sinken in 4 Min. auf 155. Vierte Füllung auf 340: Schnelles Sinken auf 300. Fünfte Füllung auf 170: Sinken in 3 Min. auf 135. Sechste Füllung auf

490: Sinken in 27. Min. auf 198. Siebente Füllung auf 781: Fallen auf 160. Der Versuch wurde hier abgebrochen, nachdem wir wenigstens so viel gesehen hatten, dass die Leber eine bedeutende Resorptionsfähigkeit besitze, ohne freilich die Menge des Resorbirten genauer bestimmen zu können. Bei der Section zeigte sich keine Spur von Wasser in der Bauchhöhle. Schnittflächen der Leber sahen ungewöhnlich blass aus.

II. Versuch.

Um die resorbirten Wassermengen genauer bestimmen zu können, wurde an einer Scala, die zur Messung des Druckes diente, eine in Kubikcentimeter getheilte Pipette (wie sie zu Titrir-Analysen gebräuchlich sind) angesetzt und durch einen Gummischlauch mit der in der Gallenblase liegenden Canüle verbunden. Auf diese Weise konnte von Minute zu Minute der Druck in Mm. und die resorbirte Wassermenge in Cm. abgelesen werden. Wir theilen eine ausführliche Versuchsreihe mit.

Erste Füllung. Anfangsdruck 500 Mm.

Fortlaufende Zeit	Resorbirte Menge	Druck	Für je 1 Minute	
			Resorbirte Menge	Druckabnahme
Nach 1 M.	4	450	4	50
„ 2 „	5,7	430	1,7	20
„ 3 „	6,9	412	1,2	18
„ 4 „	8,2	401	1,3	11
„ 5 „	9,2	388	1,0	13
„ 6 „	10,4	372	1,2	16
„ 7 „	11,6	359	1,2	13
„ 8 „	12,7	347	1,1	12
„ 9 „	13,8	332	1,1	15
„ 10 „	14,9	320	1,1	12
„ 11 „	16,0	305	1,1	15
„ 12 „	17,0	295	1,0	10

Zweite Füllung. Anfangsdruck 480 Mm.

Fortlaufende Zeit	Resorbirte Menge	Druck	Für je 1 Minute Resorbirte Menge	Druck-abnahme
Nach 1 M.	0,9 ?	461		
„ 2 „	2,9	441	2,0	20
„ 3 „	4,8	418	1,9	23
„ 4 „	6,1	402	1,3	16
„ 5 „	7,6	383	1,5	19
„ 6 „	9,3	362	1,7	21
„ 7 „	10,8	346	1,5	16
„ 8 „	12,3	326	1,5	20
„ 9 „	13,6	312	1,3	14
„ 10 „	14,6	299	1,0	13
„ 11 „	15,4	290	0,8	9
„ 12 „	16	282	0,6	8
„ 13 „	16,5	275	0,5	7
„ 14 „	17,0	270	0,5	5

Dritte Füllung. Anfangsdruck 510.

Fortlaufende Zeit	Resorbirte Menge	Druck	Für je 1 Minute Resorbirte Menge	Druck-abnahme
Nach 1 M.	2	480	2	30 ?
„ 2 „	3,4	471	1,4	9
„ 3 „	4,7	455	1,3	16
„ 4 „	5,9	440	1,2	15
„ 5 „	7,2	425	1,3	15
„ 6 „	8,2	413	1,0	12
„ 7 „	9,1	401	0,9	12
„ 8 „	9,9	391	0,8	10
„ 9 „	10,6	383	0,7	8
„ 10 „	11,3	374	0,7	9
„ 11 „	12,1	364	0,8	10
„ 12 „	12,6	359	0,5	5
„ 13 „	13,3	350	0,7	9
„ 14 „	13,7	345	0,4	5
„ 15 „	14,2	340	0,5	5
„ 16 „	14,9	331	0,7	9
„ 17 „	15,2	326	0,4	5
„ 18 „	15,8	320	0,6	6
„ 19 „	16,5 } ?	315	1,0	5
„ 20 „	16,5 }	312	?	3
„ 21 „	16,9	306	0,4	6
„ 22 „	17,1	305	0,2	1
„ 23 „	17,5	299	0,4	6

Als das Manometer von der Canüle abgenommen wurde, flossen aus der letzteren nur wenige Tropfen Flüssigkeit, die leicht blutig erschien. Das Blut stammte von einer geringen Verletzung der Schleimhaut der Gallenblase her. Das Thier wurde durch Chloroform getödtet. Vor dem Versuche war sein Gewicht 573 Grm., nach dem Tode 614,3. Die Gewichtszunahme betrug also 41,3 Grm. Resorbirt waren im Ganzen 51,5 Grm.

Die Section zeigte in der Bauchhöhle keine wässerige Exsudation, eben so wenig im Darm. Nur der Dünndarm enthielt eine sehr unbedeutende Menge Flüssigkeit. Harnblase sehr gefüllt. Leber roth, nicht anämisch. Aus jeder Schnittfläche quillt eine reichliche Menge flüssigen Blutes. Die Leber wog 21,65 Grm. In dem Pleurasacke wenig blutige Flüssigkeit. Herz sehr ausgedehnt. Lungen nach der Eröffnung des Thorax zusammengefallen; aus der Schnittfläche quillt blutiger Schaum. Harn blutig, alkalisch. Haut nicht ödematös. — Das Thier hatte in 49 Minuten 51,5 Cm. resorbirt, d. i. $\frac{1}{11,1}$ seines eigenen Körpergewichtes, also jedenfalls mehr, als die normale Blutmenge beträgt, und 2,37 mal so viel, als die Leber wog.[1])

Versuch III. Um die Grenze für die Resorption von der Leber aus zu finden, wurde an einem Thiere von 401 Grm. Körpergewicht eine Fistel angelegt und ein dem vorigen ähnliches, in Kubikcentimeter getheiltes, nur grösseres Manometer angesetzt, um den Versuch bis zum Tode fortzusetzen.

I. Füllung 11 h. 11′. Anfangsdruck 845 Mm. Um 12 h. 18′ waren 60,6 Cm. resorbirt und der Druck auf 437 Mm. gefallen. II. Füllung 12 h. 18′. Anfangsdruck 845 Mm. Um 1 h. waren 32 Cm. resorbirt. Der Enddruck ist leider nicht bemerkt. III. Füllung 1 h. auf 845 Mm. Um 1 h. 14′ stirbt das Thier, nachdem 13 Cm. resorbirt sind.

Die gesammte in 2 h. 3′ resorbirte Menge betrug mithin 105,6 Cm. oder $\frac{1}{3,79}$ des Körpergewichtes, oder, da die Leber 24 Grm. wog, 4,4mal so viel, als das Lebergewicht betrug.

1) Eigentlich noch mehr, da das normale Lebergewicht sicher geringer war, als es nach dem Versuche sich ergab.

In diesem wie in dem vorigen Versuche entstanden häufig, nachdem schon beträchtlichere Mengen destillirten Wassers aufgenommen waren, die zuerst von Ed. Weber beobachteten und später von v. Wittich genauer studirten „Wasserzuckungen" der quergestreiften Muskeln. — Die Section des Thieres zeigte in der Brust- und Bauchhöhle einen freilich nur sehr unbedeutenden blutig-wässrigen Erguss. Lungen normal, Leber auf ihrer Oberfläche blass, mit Ausnahme der Ränder der einzelnen Lappen, auf dem Durchschnitte sehr blass. Magen mit halbflüssigem Brei erfüllt. Im Blute gelang die Nachweisung von Gallenstoffen nicht.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich mit Sicherheit eine ausserordentlich grosse Resorptionsfähigkeit der Leber.

Das Ende des Semesters setzte ferneren Versuchen ein Ziel. Dem Leser dieser Arbeit wird sicher eine Reihe von Fragen in Bezug auf die Lebersecretion sich aufdrängen, zu deren Beantwortung hoffentlich in den nächsten Semestern die Gelegenheit auf dem hiesigen Institute sich finden wird.

II. Abhandlung.

Ueber die Bewegung fester, in Flüssigkeiten suspendirter Körper unter dem Einfluss des elektrischen Stroms.

Von Theodor Jürgensen aus Flensburg.

Während die Lehre von der Fortführung von Flüssigkeiten im Kreise der geschlossenen galvanischen Säule durch Wiedemann dem Schatze der Wissenschaft einverleibt ist, hat sich ein zweites, unter denselben Bedingungen zu Tage tretendes Phänomen bisher den Augen der Forscher entzogen.[1])

1) Nach Abschluss der hier mitzutheilenden Untersuchungen wurden wir durch eine gütige Mittheilung des Herrn Prof. du Bois-Reymond auf frühere, von Armstrong mittelst einer Dampfelektrisirmaschine gemachte Beobachtungen aufmerksam, die Bd. LX der

Den Ausgangspunkt der angestellten Versuche bildet eine, zuerst von meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Heidenhain, bei der Erforschung des Einflusses constanter Ströme auf die Bewegungserscheinungen in den Zellen der Vallisneria beobachteten Thatsache, die an diesem Orte kurz zu erwähnen mir gestattet sein möge.

Lässt man den Strom einer, etwa aus 16 kleinen Grove-schen Elementen bestehenden Kette durch ein Blattstück der Vallisneria in der Längsrichtung desselben gehen, so bemerkt man bald eine auffallende Veränderung der dasselbe constituirenden Zellen. Eine 300fache Vergrösserung genügt, um die Beobachtung machen zu können. Man sieht, wie das sogenannte Protoplasma der Botaniker mit den dasselbe erfüllenden geformten Massen, Chlorophyll und runden, nicht näher zu definirenden Körperchen sich unter dem Einfluss der strömenden Elektricität von der eigentlichen Zellwand zurückzieht und damit das Leben der Zelle endet. Bei länger dauernder Schliessung der Kette häuft sich die ganze Masse an der einen kurzen Wand der rechteckigen Zellen an, wie es aus dem Mangel an Chlorophyll an der entgegengesetzten Zellwand und den sich scharf absetzenden Contouren gegen die Mitte der Zelle deutlich erkannt wird. Es zeigt sich, dass diese Zellwand stets die gegen den positiven Pol der Säule gerichtete ist, dass also eine Verschiebung vom negativen zum positiven Pol stattgefunden hat. Beim Oeffnen der Kette findet ein, wohl durch die Elasticität der die Chlorophyllkörnchen um-

---

Poggendorff'schen Annalen im Auszuge veröffentlicht sind. Armstrong sah, dass ein Seidenfaden von einem, mit dem negativen Pol in Verbindung stehenden, wassergefüllten Glase in ein zweites, auf dieselbe Weise mit dem positiven Pol verbundenes hinübergezogen wurde. Durch Aufschütten von Staubtheilen auf die Oberfläche des Wasserbogens, der zwischen beiden Gläsern entstand, bemerkte er doppeltgerichtete Wasserströme, einen inneren vom negativen zum positiven, und einen äusseren, diesen umhüllenden, vom positiven zum negativen Pol gerichteten. Armstrong scheint indessen wenig Gewicht auf die von ihm gemachten Beobachtungen zu legen, und ob namentlich das letzterwähnte Phänomen überhaupt mit den hier zu erörternden Thatsachen in Verbindung steht, dürfte mindestens zweifelhaft sein.

hüllenden schleimigen Massen bedingter Rückprall statt: die ganze Masse macht eine rasche, kurz dauernde Bewegung gegen die gegenüberstehende freie Zellwand, erreicht sie indess nie. Bei erneuertem Schliessen fliegen die Chlorophyllkörnchen von Neuem nach der Seite des positiven Pols hin, um beim Oeffnen wiederum ein Stück zurückzuprallen. Wechsel der Pole hat eine Umkehr der Richtung der Bewegung zur Folge; diese geht also stets vom negativen zum positiven Pol vor sich. Eine so räthselhafte Erscheinung, die, wie es schien, mit dem von Wiedemann Beobachteten in directem Widerspruche stand, musste natürlich in hohem Grade die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Dass wir es mit einem der Pflanzenzelle eigenthümlichen Phänomen zu thun haben könnten, musste von vornherein schon durch die Erwägung im höchsten Grade zweifelhaft erscheinen, dass die Functionen derselben ja erloschen; ich unterzog mich daher der Aufgabe, die Allgemeingültigkeit der Erscheinung nachzuweisen, wohl wissend, wie wenig ich derselben gewachsen, und nur den bewährten Kräften trauend, die mir den Rücken deckten.

Leider stand mir keine so starke Kette zu Gebot, dass ich die Bewegung ohne optische Hülfsmittel hätte erkennen können. Der stärkste elektrische Strom, über den ich verfügte, war der von 32 kleinen Grove'schen Elementen, wie sie zu physiologischen Zwecken gebräuchlich, erzeugte, und die, wie unten zu erwähnen, ungeheuren Widerstände des Schliessungsbogens bedingten eine bedeutende Schwächung desselben. Es war daher nöthig zum Mikroskop zu greifen; es darf wohl kaum erwähnt werden, dass bei Anwendung des zusammengesetzten die Umkehr des gelieferten Bildes zu beachten ist. Nur in zweifelhaften Fällen ist eine 200fache Vergrösserung anzuwenden, gewöhnlich genügt eine 70fache. Sehr anzurathen ist es, sich bei der Beobachtung eines mit Fadenkreuz versehenen Oculars zu bedienen, weil einzelne Partikelchen leichter durch dasselbe zu fixiren sind. Bei so bedeutenden Vergrösserungen bietet sich indess ein ebenso hindernder als schwer zu beseitigender Uebelstand: die leisen, durch Verdunstung, Ungleichheiten der Temperatur und des Druckes an ver-

schiedenen Punkten der Flüssigkeit hervorgerufenen Schwankungen zeigen sich dem Beobachter nur zu deutlich. Das leichteste Mittel, diese Störungen, wenn auch nicht zu beseitigen, so doch unschädlich zu machen, schien die Erhöhung der elektromotorischen Kraft; wie schon angedeutet, musste ich hierauf von vornherein verzichten. Nachdem ich mich überzeugt, dass Zusatz von Gummi zu der zu untersuchenden Flüssigkeit keinen merklichen Einfluss auf das Zutagetreten der Bewegung hat, habe ich mich desselben stets bedient, um durch Eindickung der Flüssigkeit einen Theil der Störungen zu beseitigen. Doch auch so ist die Beobachtung noch mit Unbequemlichkeiten überhäuft, wenn diese auch nur Zeitverlust und keine Fehlerquellen involviren. Die sicherste Controlle ist ja durch den Richtungswechsel der Bewegung beim Wechsel der Pole gegeben, eine Vorsicht, die bei jedem Versuche wiederholt beobachtet worden ist. Die Verbindung der zuführenden Elektroden mit der Batterie wurde, um mechanische Erschütterung der Flüssigkeit durch den Polwechsel zu vermeiden, mittelst eines Quecksilberschälchens hergestellt, das durch metallische Leitung mit einem zweiten, die Pole der Batterie aufnehmenden in Verbindung stand.

Der zuerst angewandte Apparat war folgendermassen hergestellt. Auf einem durch wasserdichtes Einkitten einer Glasplatte in einen runden Holzrahmen hergestellten Objectträger waren die zuführenden Elektroden, die aus ziemlich breitem Kupferblech bestanden, in den die Glasplatte überragenden hölzernen Rand einander gegenüber und derselben möglichst nahe, gleichfalls wasserdicht eingelassen. In das so gebildete Bassin wurde mit Wasser fein verriebenes Carmin gebracht. Eine von 12 Elementen gebildete Batterie genügte, um das an der Vallisneria Beobachtete auch hier zu zeigen: die Carminkörnchen bewegten sich jedesmal bei Schliessung des Kreises langsam in der Richtung vom negativen zum positiven Pole. Dasselbe trat ein, als statt des Carmins Lykopodium, und statt des reinen, mit Gummi versetztes Wasser angewandt wurde. Dass die Wahl auf Lykopodium fiel, hat seinen Grund in der von mir gehegten Hoffnung, dasselbe würde wegen seines ge-

ringen specifischen Gewichtes die durch die Senkung der Carminpartikelchen hervorgerufene Unbequemlichkeit beseitigen. Als ich von Prof. Heidenhain auf die Anwendung des Gummi aufmerksam gemacht wurde, das auch in dieser Beziehung von bedeutendem Nutzen ist, kehrte ich zu dem weit feiner herzustellenden Carmin zurück.

Wenn auch durch diesen Versuch eine Erweiterung des in den Pflanzenzellen Gesehenen gegeben schien, so wurden doch bald Zweifel darüber rege, ob hier die Bewegung eine primär durch die strömende Elektricität bedingte wäre. Einmal hätte diese langsame Verschiebung in einer Veränderung der capillaren Attraction zwischen den Metallelektroden und der Flüssigkeit ihren Grund haben können, in Folge deren sich die Oberfläche der Flüssigkeit änderte, andererseits aber drängte sich der, wie es schien, durch gute Gründe unterstützte Verdacht auf, der am negativen Pol frei aufsteigende Wasserstoff sei die directe Ursache der Bewegung, diese selbst also eine rein mechanische.

Den ersten, an sich weniger bedeutenden Einwurf übergehend, der durch die später anzuführenden Methoden des Versuchs vollständig beseitigt ist, wende ich mich dem zweiten erheblicheren zu.

Es lag auf der Hand, dass der Schwerpunkt der Frage, ob Gasentwickelung, ob nicht, das primum movens wäre, in der Möglichkeit lag, durch nicht durch Elektrolyse frei werdendes Gas, unter gleiche Bedingungen gebracht, eine vom Orte der Gasentwicklung ausgehende Bewegung hervorrufen zu lassen.

Unter Versuchsmethoden, deren Aufzählung hier die Geduld des Lesers mehr als nöthig in Anspruch nehmen würde, umhertappend, war ich darauf gerathen, die Flüssigkeit in ein, in der Mitte capillar verengtes Rohr einzuschliessen, das an beiden Enden mit gut passenden, von den nadelförmigen Elektroden durchbohrten Korken versehen war. Es wurde bei dieser Versuchsform das Rohr stets ganz mit Flüssigkeit gefüllt (Gummiwasser mit Carmin), so dass die Elektroden vollständig von derselben umspült waren, und also der Einwurf einer Veränderung der capillaren Oberflächen an den

Elektroden beseitigt wurde. Ich hatte gesehen, dass in diesem Falle die Bewegung der Carmintheilchen vom negativen zum positiven Pol stattfand, und war also berechtigt zu schliessen, dass, wenn allein dem frei werdenden H die Bewegung zuzuschreiben wäre, unter denselben Bedingungen sich ohne einen elektrischen Strom entwickelndes Gas dieselbe Wirkung hervorbringen müsse.

Das Experiment wurde in folgender Weise angestellt. Dasselbe Rohr wurde mit Flüssigkeit gefüllt und an dem einen Ende mit Kork, an dem anderen, nachdem ein Stückchen Zink hineingebracht war, mit Blase eng verschlossen. Das Mikroskop überzeugte mich von dem nach einiger Zeit hergestellten hydrostatischen Gleichgewicht, und nun wurde auf die Aussenseite der Blase concentrirte SO_3 gebracht, die, rasch diffundirend, eine lebhafte Entwickelung von H hervorrief. Der oft wiederholte Versuch lieferte zweifelhafte Resultate: bald fand eine von dem Orte der Gasentwickelung ausgehende, bald eine nach demselben hin gerichtete, bald so gut wie gar keine Bewegung statt. Diese Ungleichheiten sind wohl dem mehr oder weniger vollkommen erreichten Schluss durch die Blase zuzuschreiben, der eine Verschiedenheit der Widerstände bedingt, die das vom Gase verdrängte Wasser zu überwinden hatte, wenn es sich zwischen der Blase und dem Glase herausdrängen wollte. Wenn auch dieses zum Theil negative Resultat im Vergleich mit dem früher, wo die Elektricität die Entwickelung des Gases hervorufen hatte, gewonnenen stets positiven Ergebnisse der Ansicht, dass frei werdendes Gas die Erscheinung bedinge, einen argen Stoss versetzte, so konnte es doch keineswegs als entscheidend betrachtet werden, schon deshalb nicht, weil die Bedingungen für die Wirkung des sich entwickelnden Gases in beiden Fällen nicht genau gleich waren. Namentlich war darin eine Verschiedenheit gegründet, dass der Flüssigkeit an dem mittelst Blase verschlossenen Ende des Rohrs durch die kurzen Poren der Blase ein mit weit geringeren Widerständen verbundener Abfluss (durch Filtration) gestattet war, als an dem, beiderseitig mit gut schliessenden Korken versehenen Rohre. Daher änderte ich den Versuch dahin,

dass ich statt des Rohres ein rundes, offenes Schälchen anwandte. Dasselbe wurde mit Carminwasser halb gefüllt, an die eine Seite Zink gebracht und dann vorsichtig Schwefelsäure zugesetzt. Hier konnte ich fast immer eine vom Orte der Gasentwickelung ausgehende Bewegung wahrnehmen. — Indessen gerade in diesem Falle zeigte sich eine Verschiedenheit in der Art der Bewegung mit grosser Deutlichkeit.

Eine Bewegung, die dem blasenweise aufsteigenden, nicht perpetuirlich sich vordrängenden Gase zuzuschreiben wäre, muss nothwendig denselben Charakter haben, ruckweises Vorschreiten und Stillstehen müssen alterniren. Von alledem ist bei der Fortführung der Körperchen durch die Elektricität nichts zu bemerken; dieselben werden gleichmässig, in nicht von Pausen unterbrochenem Gange fortgerissen. In allen den Fällen aber, wo es mir gelang, durch Gas eine Fortführung hervorzurufen, traten die erwähnten Erscheinungen ein. Bei dieser Gelegenheit muss ich noch einen anderen Punkt erwähnen, der von Belang für die Entscheidung der Frage scheint. Bringt man in das oben beschriebene Röhrchen concentrirte Lösung von Na Cl mit Carmin, und lässt dann durch einen starken Strom eine rasche Elektrolyse eintreten, die hier bei dem geringen Widerstande zu sehr lebhafter Gasentwicklung führt, so ist dieselbe von einer zum positiven Pol gerichteten Bewegung der ganzen Flüssigkeit, also auch der Körnchen begleitet. Oeffnet man nun die Kette, so strömt die Flüssigkeit eine Weile fort, und wechselt man die Pole, so wird nach erneutem Schliessen die Bewegung anfangs nur in der vorhandenen Richtung langsamer und geht erst nach und nach in die entgegengesetzt gerichtete über.

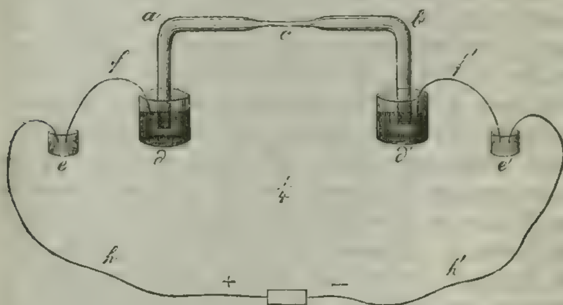
In diesem Falle rührt die Bewegung ebenfalls wirklich von der Gasentwickelung her, denn da Na Cl in concentrirter Lösung eine gut leitende Flüssigkeit ist, haben, wie ich später ausführlich mittheilen werde, Körperchen unter dem Einfluss des Stromes für sich gar keine, durch diesen bewirkte Bewegung in derselben. Ausserdem ist die Fortdauer der Bewegung der Körperchen nach Oeffnung des Stromes und selbst nach der Umkehr desselben eine, in schlechtleitenden Flüssigkeiten nie

zu bemerkende Erscheinung; beim Oeffnen der Kette hört die Bewegung momentan auf. — Vielleicht könnte man noch einwerfen, die in destillirtem Wasser stattfindende Gasentwickelung sei zu unerheblich, um nach Aufhören des Stromes eine solche Wirkung hervorzubringen; bei näherer Betrachtung zeigt sich indessen die dem Cirkel sehr nahe stehende Gestalt dieses Schlusses.

Nachdem ich diese Gründe angeführt, wie sie sich im Verlauf der Untersuchung mir darboten, gehe ich jetzt zur zweifellosen Endentscheidung durch das Experiment über.

Die passendste Form für Anstellung des Versuchs in geschlossenen Röhren ist, wie die Erfahrung gelehrt, die folgende (Vgl. Fig. 1). Ein Glasrohr a b wird in seiner Mitte c capillar

Fig. 1.



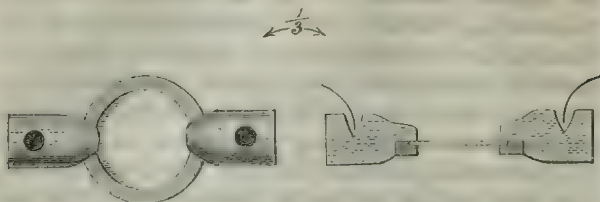
verengt und dessen Schenkel rechtwinklig gebogen. Nachdem dasselbe vollständig mit Wasser gefüllt ist, werden die Mündungen beider Schenkel unter Flüssigkeit mit Blase verschlossen (ich habe auch so experimentirt, dass nur ein Schenkel verschlossen war; zweckmässiger ist es beide zu schliessen). — Die Blase dient hier nur dazu, die Schwankungen der das weitere Schälchen d d' erfüllenden Flüssigkeit in dem Glasrohre weniger fühlbar zu machen. f f' sind metallische Schliessungsbogen, die einerseits in d d', andererseits in die mit Quecksilber gefüllten Gefässe e e', welche die Poldrähte der Batterie

b b' aufnehmen, eintauchen. Das Ganze wird so befestigt, dass a b möglichst horizontal und c auf den Objecttisch des Mikroskops zu liegen kommt. — Bei Schliessung der Kette tritt die Bewegung der a b erfüllenden festen Körperchen (Carmin suspendirt in Gummiwasser) vom negativen zum positiven Pol, also von b nach a ein, hört beim Oeffnen der Kette momentan auf und ändert ihre Richtung bei Umtausch der Poldrähte. Das freiwerdende Gas kann bei dieser Herrichtung des Versuchs direct von den zuführenden Elektroden in die Höhe steigen, wenn man die Schliessungsbogen f f' oberhalb des unteren Endes der Röhrenschenkel in d d' eintauchen lässt. Ja selbst wenn das Gas die Blase berührte, würde es wohl schwerlich den ihm von derselben geleisteten Widerstand überwinden und durch die Blase hindurch eine bewegende Wirkung auf die Flüssigkeit ausüben können. Dass dies nicht der Fall sei, muss der Sorgsamkeit des Experimentirenden anheimfallen. Ich würde somit nicht anstehen, mich bei dem Resultat dieses Versuchs zu beruhigen, wenn nicht, trotz der angewandten Vorsicht, der grossen Flüssigkeitsmenge halber Unbequemlichkeiten zurückblieben, die die Geduld oft auf eine harte Probe stellen.

Herrn Prof. Heidenhain habe ich eine Form des Versuchs zu danken, die zum grössten Theil von diesen Uebelständen frei ist.

Befestigt man nämlich in dem oben beschriebenen Objectträger statt der Kupferstreifen Bälkchen aus Hollundermark, durchtränkt diese mit der anzuwendenden Flüssigkeit, und setzt in sie die zuführenden Elektroden ein, so ist man eines reinen Versuchs sicher und zugleich der durch Schwankungen der Flüssigkeit hervorgerufenen Störungen so gut wie ganz überhoben. Die beistehenden schematischen Zeichnungen geben: die erste (Fig. 2) eine Ansicht von oben, die zweite (Fig. 3) einen Durchschnitt des Objectträgers. Das Hollundermark war so tief in den Rahmen eingelassen, dass es die Glasplatte fast erreichte, und der zwischen demselben und dem Glase frei gebliebene Raum mit Gyps verschmiert. Dasselbe Material wurde angewandt, um die zwischen Holz und Hollundermark frei bleibenden Stellen auszufüllen. Nachdem durch anhaltendes

Fig. 2. Fig. 3.



Durchtränken mit Flüssigkeit das Mark vollständig von derselben erfüllt war, wurde am oberen, von der Glasplatte am weitesten entfernten Ende ein kleines Bassin ausgehöhlt, das zur Aufnahme der zuführenden Elektrode diente, und der übrige Theil des Markes, mit Ausnahme derjenigen Stelle, die mit der auf dem Objectträger befindlichen Flüssigkeit in Verbindung stand, mit einer dünnen Talgschicht bedeckt. Ein Abfliessen der im Hollunder befindlichen Flüssigkeit war also verhindert, ebenso ihre Verdunstungsoberfläche auf ein Minimum beschränkt. Brachte man nun die zu prüfende Flüssigkeit auf das grosse Bassin und wartete eine Weile, so hatte das Mark bald sein Imbibitionsmaximum erreicht, und eine durch Capillarattraction hervorgerufene Störung war nicht mehr zu befürchten. Es bringt keine merkliche Störung hervor, wenn in das kleine, die zuführende Elektrode aufnehmende Bassin tropfenweis Flüssigkeit gebracht wird, ein, wenn auch nur schwaches Corrective für die ausserordentlich vermehrten Leitungswiderstände, die die Anwendung einer wenigstens aus 30 Elementen gebildeten Kette erheischen.

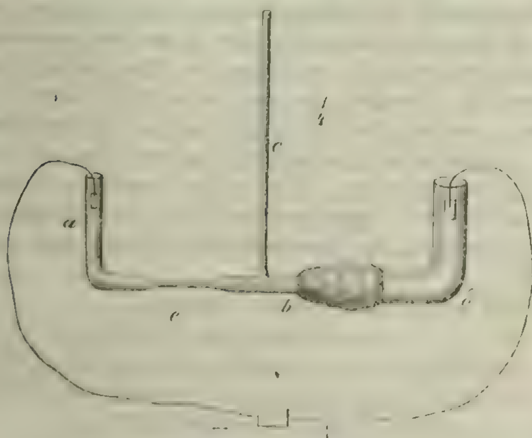
In diesem Falle zeigt sich kein Grund, dem frei werdenden H einen Einfluss auf die Bewegung zu vindiciren. Die an den Metallelektroden sich entwickelnden Gasblasen steigen in der das kleine Bassin erfüllenden Flüssigkeit frei in die Höhe, es kann also an eine mechanische Einwirkung derselbe auf die, auf dem grossen Bassin befindliche, durch ein langes Stück des porösen Markes von dem Orte der Gasentwickelung getrennte Flüssigkeit nicht gedacht werden. Aus demselben

Grunde kann eine Veränderung der Capillarattraction zwischen Elektroden- und Flüssigkeitsoberflächen die Bewegung nicht herbeiführen. Gummiwasser mit Carmin in's grosse Bassin gebracht, zeigte die Erscheinung in ihrer ganzen Regelmässigkeit, als der Strom einer 30elementigen Kette durchging.

Ich glaube jetzt die aus der Gasentwickelung und der veränderten Capillarattraction herzuleitenden Einwürfe beseitigt zu haben und wende mich dem experimentellen Nachweis der Behauptung zu, dass es die Körnchen seien, die vom negativen zum positiven Pol fortbewegt werden, und nicht etwa die ganze Flüssigkeit.

Schon aus dem angeführten Versuche mit dem rechtwinklig gebogenen Glasrohr ist dies abzuleiten. Hier sind alle Bedingungen für den doch nicht wohl anzuzweifelnden Wiedemann'schen Versuch gegeben. Diaphragmen, um die schnelle Ausgleichung durch den hydrostatischen Druck zu verhindern und schlecht leitende Flüssigkeiten: weshalb also wandern die Körperchen nicht mit der Flüssigkeit vom positiven zum negativen Pol? Es bliebe hier noch der Ausweg, den verschie-

Fig. 4.



denen Schichten der strömenden Flüssigkeit eine verschiedene Richtung zuzuschreiben. Davon zeigt die Beobachtung nichts: unter dem Einfluss der strömenden Elektricität bewegen sich die Körperchen, an welchem Orte der Flüssigkeit sie sich auch befinden mögen, ohne Ausnahme vom negativen zum positiven Pol.

Um allen Zweifel zu beseitigen, wurde folgender Apparat angewandt, der eine gleichzeitige Beobachtung beider Phänomene gestattet (Fig. 4.).

a b ist ein in der Mitte des horizontalen Theiles e capillar verengtes Glasrohr, dessen eines Ende bei b mit Blase verschlossen und mittelst eines Korkes und Gyps in das weitere Rohr d eingelassen ist. (In der Figur ist das mit Blase verschlossene Ende nicht zu sehen, weil die Uebergangsstelle der beiden Röhren in einander äusserlich mit Gyps umgeben ist.) Das mit einer Marke versehene Capillarrohr c ist auf a b eingeschmolzen und dient zum Ablesen des Flüssigkeitsstandes diesseits des Diaphragma. Der aufsteigende, mit d parallele Schenkel von a b und das weitere Rohr d nehmen die zuführenden Platin-Elektroden auf, die, wie früher, mit der Batterie in Verbindung gesetzt sind. Bringt man nun Carmin mit Gummiwasser in das Röhrensystem und leitet den Strom einer aus 32 Elementen bestehenden Kette in der hier gezeichneten Weise durch, so findet ein Steigen der Flüssigkeit in c statt, es wird also Flüssigkeit aus dem weiten Rohre d durch die Blase in das enge Rohr a b geführt, während die Carmintheilchen stromaufwärts, dem Zuge der Flüssigkeit entgegen, von a nach b sich fortbewegen. Wechsel der Anordnung der Pole hat natürlich das Entgegengesetzte, Sinken der Flüssigkeit in c und Bewegung der Carminpartikelchen von b nach a zur Folge.

Somit stehe ich nicht an, die Thatsache:

> dass in Wasser in fein vertheiltem Zustande befindliche Körper beim Durchgang des elektrischen Stromes sich in der Richtung vom negativen zum positiven Pol fortbewegen,

als gesichert zu betrachten.

Es war nun noch zu ermitteln, ob das Verhalten der angewandten Flüssigkeiten, namentlich ihre grössere oder geringere Leitungsfähigkeit, einen Einfluss auf die Bewegung der in denselben suspendirten Körper ausübe. Carmin und Gummi wurden mit verschieden leitenden Flüssigkeiten untersucht. Die folgenden Versuche machen durchaus keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit. Gummi wurde in ungleichen Quantitäten bei jedem einzelnen Versuch angewandt und hat wohl jedenfalls einen vielleicht sogar erheblichen Einfluss auf das Leitungsvermögen der mit ihm verriebenen Flüssigkeiten. Ich habe darauf verzichtet, den neu eingeführten unbestimmten Factor constant, und damit die Versuche unter sich quantitativ vergleichbar zu machen, da es mich zu weit von meinen sonstigen wissenschaftlichen Zwecken abgeführt hätte, wenn mein Streben darauf gerichtet gewesen, mehr als die rohen Grundzüge der Bedingungen zu geben, unter denen die Erscheinung auftritt.

Versuche an concentrirter Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (auf dem mit Kupferblech armirten Objectträger angestellt; Kette von 8 Elementen); mit Schwefelsäure versetztem Wasser (Hollundermarkobjectträger; Kette von 30 Elementen); Chlornatrium in concentrirter Lösung (wenn nicht die Gasentwickelung an dem einen Pole so stark wird, dass diese mechanisch eine Fortbewegung einleitet, worüber oben schon gesprochen), zeigen, dass keine Bewegung der in ihnen suspendirten Körperchen eintritt. Angesäuertes Wasser, wohinein ein Blattstück der Vallisneria, dessen Zellinhalt vorher unter dem Einfluss des Stromes gewandert war, gelegt wurde, verhinderte auch hier das Zutagetreten des Phänomens.

Verdünnt man die gutleitenden Flüssigkeiten, so tritt die Bewegung wieder ein. ($Cu\,SO_4$, 1,4pCt., $Na\,Cl$ 0,5pCt. sind die von mir angewandten Concentrationen, bei welchen die Erscheinung wieder sichtbar wurde.)

Ob das elektromotorische Verhalten der Körper selbst einen Einfluss übe, musste die nächste Frage sein. Gummiwasser diente als leitende Flüssigkeit. Von Körpern, deren Stellung in der Spannungsreihe bekannt, habe ich Kohle, Platin, Kupfer

und Eisen (als Oxyd) untersucht, ohne die oben beschriebene Erscheinung sich ändern zu sehen. Ausserdem sind noch Lykopodium, die Fettkügelchen der Milch (diese selbst verdünnt, als leitende Flüssigkeit), und die Blutkörperchen des Frosches (mit 0,5 pCt. Lösung von Na Cl) beobachtet worden. Alle bewegen sich vom negativen zum positiven Pol. Diese Versuche sind wohl nicht zahlreich genug, um Gewissheit zu geben, machen es aber doch wahrscheinlich, dass in gut leitenden Flüssigkeiten eine Bewegung der in ihnen suspendirten Körper nicht stattfindet, die Stellung dieser Körper selbst in der Spannungsreihe aber keinen Einfluss auf das Zustandekommen der Bewegung ausübt.

Endlich sind noch einige Erfahrungen über die Abhängigkeit der Erscheinung von der Zeitdauer der angewandten Ströme mitzutheilen.

Zum Unterbrechen der von der constanten Kette gelieferten Ströme wurde der Unterbrecher von Halske angewandt, in derjenigen Form, wie Prof. Heidenhain ihn zur Erzeugung des mechanischen Tetanus benutzte. Vor dem Elfenbeinhämmerchen des Instruments wurde isolirt eine Kupfergabel angebracht, deren Enden eine solche Länge hatten, dass das eine beim Niederschnellen des Hammers genau die Oberfläche eines unten stehenden Quecksilbernäpfchens berührte, während das andere mit einem zweiten solchen Gefäss in beständiger Verbindung blieb. Beim Emporsteigen des Hammers war also die Leitung zwischen den beiden Quecksilbernäpfchen unterbrochen. Jedes derselben nahm einen Poldrath der Batterie auf, in deren Kreise sich die zu untersuchende Flüssigkeit befand, so dass die Ströme der Batterie nur momentan, so lange gerade die Oberfläche des Quecksilbers berührt wurde, durch die beobachtete Flüssigkeit durchgingen, wenn der Unterbrecher spielte. Der Unterbrecher selbst wurde durch ein Element in Bewegung gesetzt; die constante Kette war aus 20 Elementen gebildet. Carmin mit Gummiwasser wurde auf den Hollundermark-Objectträger gebracht: die Carmintheilchen bewegten sich in altgewohnter Richtung. Bei Vermehrung der Zahl der Unterbre-

chungen wurde die Bewegung derselben beschleunigt, natürlich deshalb, weil in der Zeiteinheit eine grössere Menge Elektricität durchging (denn bei jeder einzelnen Schwingung des Hammers war die Kette länger geschlossen als geöffnet; folglich musste mit der Anzahl der Schwingungen in der Zeiteinheit die Summe der Schliessungszeiten wachsen, gegenüber der Summe der Oeffnungszeiten.).

Die Anwendung gleichgerichteter Inductionsströme, welche mittelst einer, von Prof. Heidenhain erdachten Combination zweier Unterbrecher mit einem Inductions-Rollenpaare hergegestellt wurden, zeigte keine Bewegung erweckende Wirkung.[1]) Es scheint also, dass auch die Zeitdauer der elektrischen Ströme einen gewissen Einfluss auf die Bewegung der Körper hat.

Zum Schluss dieser Mittheilung liegt mir nur noch die angenehme Pflicht ob, Herrn Prof. Heidenhain für die mir in so reichlichem Maasse gewordene Unterstützung öffentlich meinen Dank auszusprechen.[2])

---

1) In den Kreis der primären Rolle waren zwei Halske'sche Unterbrecher eingeschaltet, A auf gewöhnliche Weise, B nur mit seinem Elektromagneten. Durch passende Spannung der Spiralen und passendes Verhältniss der Schwingungsbahnen beider spielenden Hebel waren die Bewegungen derselben so eingerichtet, dass der Hebel von B eine Nebenschliessung von verschwindendem Widerstande zu dem Kreise der secundären Spirale jedesmal einen Zeitmoment früher in Quecksilber schloss, bevor der Hebel von A mit seiner Hülfsfeder die Contactspitze verliess, also den primären Kreis öffnete, während jene Nebenschliessung schon wieder geöffnet war (durch Rückschwung des Hebels von B,), wenn sich an dem Unterbrecher von A der Contact herstellte, also der primäre Kreis schloss. H.

2) Nach Absendung dieser Bogen zum Drucke erschien im vorliegenden Bande des Archiv's Kühne's Mittheilung über das Porret'sche Phänomen am Muskel. Die oben mitgetheilten Entdeckungen veranlassten uns schon während des Sommersemesters zur Untersuchung der Nerven im Kreise constanter Ströme, theils mit Hülfe des polarisirten Lichtes, theils nach einer anderen Methode, welche letztere positive Ergebnisse zu liefern scheint. Kühne's Mittheilung veranlasst diese ausdrückliche Bemerkung. H.

III. Abhandlung.
Zur Theorie der Magenverdauung.

Von med. stud. Davidson und med. Dr. Dieterich.
(Mitgetheilt von R. Heidenhain.)

Die Herren med. stud. Davidson und med. Dr. Dieterich wünschten sich im Gebiete der Verdauungslehre experimentell zu beschäftigen. Ich schlug ihnen als Thema das Studium der Magenverdauung des Frosches vor, über welche meines Wissens noch keine besonderen Untersuchungen angestellt worden sind. Bei der Bearbeitung dieses Gegenstandes wurde unsere Aufmerksamkeit namentlich auf die Rolle der Säuren bei diesem Processe gelenkt und einige hierhin gehörige Thatsachen gefunden, deren Mittheilung den Hauptinhalt der folgenden Zeilen bildet.

Wir sahen sehr bald, dass die Magenschleimhaut des Frosches ein vortreffliches Material für die Bereitung künstlicher Verdauungsflüssigkeiten ist. Ihre Vorzüge vor der gewöhnlich angewandten Schleimhaut des Labmagens des Kalbes oder des Schweinemagens bestehen, abgesehen von der Leichtigkeit der Beschaffung des Materials, in der Leichtigkeit und Schnelligkeit der Bearbeitung desselben und in der unerwarteten Energie der Wirksamkeit. Die mit der Scheere zerkleinerte Schleimhaut von drei Froschmagen, mit 50 Cm. einer Salzsäure, die in 1000 Theilen 1 Theil CH enthält. 12 Stunden im Brütofen bei ungefähr 30° R. digerirt, giebt ein Filtrat, von welchem 1 Cm., mit 9 Cm. jener verdünnten Salzsäure gemischt, genügt, um während der Dauer einer Verlesungsstunde die Fibrinverdauung nach Brücke's Methode im Reagensgläschen zu demonstriren. Das auf die oben bezeichnete Weise erhaltene Filtrat dreier Froschmägen verdaut viel mehr geronnenes Eiweiss, als die wirksamen Bestandtheile einer Drachme des als französisches Pepsin in den Apotheken käuflichen pharmaceutischen Präparates, welches etwa 23pCt. in Wasser löslicher Substanz neben 77pCt. Amylum enthält.

Ich glaube, dass die Aerzte in solchen Fällen, wo die Magenverdauung durch künstlich zugeführte Verdauungsmittel unterstützt werden soll, an Stelle jenes sogenannten Pepsins weit zweckmässiger eine auf die oben beschriebene Weise bereitete Salzsäure-Limonade anwenden würden.

Ein warm bereitetes Salzsäure-Extract weniger Froschmägen ist viel billiger, als das Pepsin, leicht jedesmal für jeden Gebrauch frisch herzustellen und viel sicherer wirksam als die unsicheren Pepsin-Präparate der Apotheken.

Die neueren Physiologen und Chemiker führten übereinstimmend an, dass von allen Säuren nur Salzsäure und Milchsäure kräftige künstliche Verdauungsflüssigkeiten geben, obschon ausführlichere Untersuchungen über diesen Punkt sich in der Literatur nicht verzeichnet finden. Eberle,[1] der Erfinder des „künstlichen Magensaftes“ hat zu seinen Verdauungsversuchen Salzsäure und Essigsäure angewandt. Blondlot hat (nach einem Citate bei Donders, Physiologie I. Aufl. S. 220; leider konnte ich mir Blondlot's Traité analytique de la digestion nicht verschaffen) gefunden, dass zur Bereitung künstlichen Magensaftes alle Säuren und selbst die sauren Salze angewendet werden können.

Derselben Ansicht ist unter den Neueren nur noch Valentin (Lehrbuch der Physiologie II. Aufl. Bd. I. S. 320). Er sagt: „die künstlichen Verdauungsversuche gelingen mit Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Chlorwasserstoff-, Essig- und Milchsäure. Nur die Mengen, welche die günstigsten Wirkungen bedingen, wechseln nach Verschiedenheit der gebrauchten Flüssigkeit.“ Und weiter: „Mikrolytische Werthe (d. h. sehr hohe Grade der Verdünnung) eignen sich blos in jedem Falle, um dichte Proteinkörper zur Auflösung zu bringen. $^1/_{500}$—$^1/_{50}$ bildet ungefähr die Grenze, welche die Anwendung der Salzsäure gestattet. Gebraucht man andere Säuren, so ändern sich diese Verhältnisse. Concentrirte Schwefel- und Phosphorsäure schadet schon in verhältnissmässig geringeren Mengen, als Salz-

1) Physiologie der Verdauung. Würzburg 1834. S. 80.

oder Salpetersäure. Essigsäure dagegen gestattet bedeutendere Zusätze."

Valentin's Erfahrungen sind, wie wir später sehen werden, im Allgemeinen richtig, auf seine quantitativen Angaben aber ist freilich wenig zu geben. Das zeigt sein eigener Nachsatz: „Es versteht sich übrigens von selbst, dass hier die Concentrationsgrade der Säure und der Verdauungsflüssigkeiten entscheiden."

Eigene Untersuchungen über die verschiedenen Säuren scheinen seitdem nur Lehmann und Donders angestellt zu haben. Ersterer sagt (Lehrbuch d. physiol. Chemie Bd. II. S. 34): „Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure sind die einzigen Säuren, welche mit dem Pepsin energisch wirkende Verdauungsflüssigkeiten liefern; Schwefelsäure, Salpetersäure und Essigsäure geben mit Pepsin ein nur schwach wirkendes Verdauungsgemisch, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure können in keiner Weise die Stelle der Milchsäure oder Salzsäure bei der Verdauung vertreten."

Diesem Ausspruche schliesst sich Donders an (Physiologie 1. Aufl. S. 220): „Wir haben ebenso wie Lehmann gefunden, dass Salzsäure und Milchsäure einen weit kräftigeren künstlichen Magensaft bilden helfen, als Essigsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure."[1])

Die Angaben beider Forscher können nur darin ihren Grund haben, dass irgendwelche beliebige Concentrationen jener Säuren auf's Gerathewohl zum Versuche verwandt wurden, ohne Anstellung systematischer Versuche mit verschiedenen Concentrationen, sonst hätte es ihnen nicht entgehen können, dass sehr viele andere Säuren bei gewissen Concentrationen ebenso energisch wirken, als die allein gerühmte Salzsäure und Milchsäure.

Unsere Versuche erstrecken sich auf Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsteinsäure, Essigsäure und beiläufig auch Milchsäure. Die Herstellung bestimmter Concentrationen geschah durch Titrirung mittelst einer Natronlauge, die in einem Cubikcentimeter 20 Mgr. $NaO + HO = \frac{1}{2}$ Aeqnivalent Natronhydrat in Milligrammen enthält. Der Kürze

1) Aehnliches scheinen Hünefeld und Meissner erfahren zu haben. Vgl. des Letzteren Jahresber. für 1858. S. 203 u. 1859 S. 226.

wegen will ich als ClH I., ClH II., . . . ClH X. oder $\bar{A}$ I., $\bar{A}$ II., . . $\bar{A}$ X. eine Chlorwasserstoffsäure oder Essigsäure bezeichnen, von welcher resp. 1, 2, ... 10 CC. genau einem CC. jener Normal-Natronlauge entsprechen. Ich führe von unseren Versuchen einige Beispiele an, um daran die Ergebnisse zu erläutern.

Versuch I. Die zerkleinerten Schleimhäute von 4 Froschmägen wurden Abends 6 h. mit 50 CC. ClH X in den Brütofen gesetzt und bis zum nächsten Morgen 9 h. bei einer Temperatur von 30° R. digerirt. Das Filtrat wurde mit Natronhydrat genau neutralisirt und dann mit dem Concentrationsgrade X jeder der vier folgenden Säuren, Salpetersäure, Oxalsäure, Essigsäure, Milchsäure, folgende drei Concentrationen in Reagensgläschen bereitet:

Die Concentrationen	enthielt: Neutralisirtes Filtrat	enthielt: Säure von der Verdünnung X.	enthielt: Wasser	1 CC. Normalnatronlauge = CC. des Verdauungsgemisches
No. I.	1	9	0	11,11
„ II.	1	7	2	14,28
„ III.	1	5	4	20,00

Die Ergebnisse des nach Brücke's Methode mit Flocken ausgewaschenen Blutfibrins angestellten Versuches sind in folgender Tabelle verzeichnet:

Beginn des Versuches 4 h. 8'.

		4 h. 47' = 39 M. nach Beginn	5 h. 15' = 1 h. 7' n. B.	6 h. 30' = 2 h. 22' n. B.[1])	6 h. früh d. i. über 26 Std.
Salzsäure	I.	gelöst			
	II.	gelöst			
	III.	fast gelöst[2])	gelöst		
Oxalsäure	I. II. III.	Alle drei stark gequollen, III. stärker als I. und II.	alle drei bis auf äusserst geringe Rückstände gelöst.	Rückstände gänzlich verschwunden.	
Milchsäure	I.	fast gelöst	ganz gelöst		
	II.	fast gelöst	ganz gelöst		
	III.	sehr zurückgeblieben	sehr zurück	bed. Rückstände	ganz gelöst
Essigsäure	I. II. III.	kaum gequollen	unverändert	ebenso	immer noch grosse Rückstände

1) Zwischen 5 h. 15' u. 6 h. 30' konnte nicht beobachtet werden.
2) Fast gelöst bedeutet, dass die Fibrinflocke geschwunden ist und

In diesem Versuche wirkt die Oxalsäure nur sehr wenig schwächer als die Milchsäure (nach Lehmann sollte jene mit dieser in keiner Weise zu vergleichen sein), ja erstere bei der Concentration III. sogar energischer als letztere, während die Salzsäure beide an Energie übertrifft und die Essigsäure hinter beiden so weit zurücksteht, dass man den früheren Angaben in Bezug auf letztere Recht zu geben geneigt ist.

Versuch II. Es wird ein Salzsäure-Extract der Froschmägen ganz wie in dem vorigen Versuche bereitet, und mit Oxalsäure, Phosphorsäure, Salzsäure von der Concentration X. und Weinsteinsäure von der Concentration V. ein Versuch ganz nach der Weise des obigen angestellt. Einlegen des Faserstoffes 4 h. 15 M.

		6 h. 10′ = 1 h. 55′ nach Beginn	7 h. 25′ = 3 h. 10′ nach Beginn
Salzsäure	I.	nahezu gelöst	ganz gelöst
	II.	ganz gelöst	
	III.		
Weinsäure	I.	I. u. II. am meisten vorgeschritten	bis auf sehr geringe Rückstände gelöst
	II.		
	III.		noch beträchtliche Rückstände
Phosphorsäure	I.	ganz gelöst	
	II.		
	III.	nahezu gelöst	ganz gelöst
Oxalsäure	I.	weiter zurück als die übrigen Säuren	fast gelöst
	II.		ganz gelöst
	III.		Rückstände

Am nächsten Morgen waren die Rückstände aus allen Gläsern verschwunden. Die PO^5 leistet nach diesem Versuche eben so viel wie Salzsäure; Oxalsäure und Weinsäure in den beiden ersten Concentrationen, stehen wenig zurück, nur die schwächsten Concentrationen dieser beiden Säuren wirken viel weniger energisch.

Versuch III. Derselbe Versuch mit Salpetersäure, Oxalsäure, Phosphorsäure von dem Grade X. und Weinsteinsäure von dem Grade V.

---

nur beim Umschütteln der Flüssigkeit noch kleine Fetzen vom Boden des Gläschens aufgeschwemmt werden, die man ohne Umschütteln kaum sieht.

Beginn des Versuches 4 h. 50'.

		6 h. = 1 St. 10' nach Beginn	7 h. = 2 St. 10' nach Beginn	7 h. 55' = 3 St. 5 M.	6 Uhr früh = 13 St. 10 M.
Salpetersäure	I.	sehr gequollen, aber noch nirgend der Lösung nahe	bed. Rückst.		In allen Gläschen vollständige Lösung.
	II.		bed. Rückst.		
	III.		fast gelöst	ganz gelöst	
Oxalsäure	I.	Quellung, noch nicht Lösung	Beginn der Lösung merklich	der Lösung nahe	
	II.				
	III.				
hosphorsäure	I.	fast gelöst	ganz gelöst		
	II.	fast gelöst	ganz gelöst		
	III.	merkliche Rückstände	ganz gelöst		
Weinsäure	I.	nur gequollen	fast ganz gel.	ganz gelöst	
	II.		merkl. Rückst.	ganz gelöst	
	III.		bed. Rückst.	bed. Rückst.	

Wir sehen hier, wie in dem vorigen Versuche, die Phosphorsäure sehr energisch wirken, die III. Concentration der Salpetersäure und die I. und II. Concentration der Weinsäure nur wenig nachstehen; die Oxalsäure wirkt weniger schnell als die Weinsäure, während sie in dem vorigen Versuche schneller die Lösung herbeiführte und in dem ersten Versuche der Milchsäure den Rang streitig macht. Aus diesen Versuchen geht jedenfalls schon so viel hervor, dass durchaus kein Grund vorliegt, die Chlorwasserstoffsäure und die Milchsäure als die einzigen Säuren zu bezeichnen, welche mit Pepsin kräftige Verdauungsflüssigkeiten liefern, denn wir sehen bei gewissen Concentrationen die Phosphorsäure, Salpetersäure, Oxalsäure, Weinsäure ebenfalls energisch wirken. Wie ein Ueberblick der drei Versuche lehrt, halten sie alle den Vergleich mit Milchsäure aus: denn in Versuch I. steht die Oxalsäure der Milchsäure nicht bedeutend nach, in Versuch II. und III. wird erstere von Phosphorsäure übertroffen, in Versuch III. von der schwächsten Concentration der Salpetersäure und den beiden stärksten der Weinsäure. Folglich werden alle diese Säuren, die richtige Concentration vorausgesetzt, als ungefähr gleichwerthig mit der Milchsäure betrachtet werden können, oder ihr zum Theil selbst voranstehen. Wenn diese Versuche noch Zweifel lassen, so werden spätere dieselben vollkommen beseitigen. Natürlich kann hier von einem strengen quantitativen Vergleiche nicht die Rede sein, da die Bestimmung der Faserstoffmengen nur nach dem Augenmaasse getroffen war.

Das Verhältniss der Salzsäure zu den untersuchten Säuren betreffend, so haben wir es uns erspart, jedesmal einen Pa-

rallel-Versuch mit Salzsäure anzustellen, da wir deren Wirkungsmaass aus einer Anzahl früherer Versuche kannten. In vier Versuchen, bei denen eine auf die oben angegebene Weise bereitete Verdauungsflüssigkeit benutzt wurde, ergiebt sich als die zur Verdauung einer Fibrinflocke nothwendige Zeit 40′, 2 h, 3 h und 4 h. 55′, also Zeiten, die ganz innerhalb derjenigen liegen, die bei den obigen Versuchen für die anderen untersuchten Säuren gefunden wurden. Es dürfte also auch die ClH kaum einen Vorzug vor den übrigen Säuren verdienen, wenn die Concentrationen dieser richtig gewählt werden. — Die bisherigen Versuche lassen noch einen Einwand zu, dessen Widerlegung uns nothwendig schien. Wir hatten nämlich die Magenschleimhaut mit ClH X. extrahirt und das Filtrat mit Natron neutralisirt, um dann die zu untersuchenden Säuren hinzuzusetzen. Man könnte den Einwand erheben, dass die zugesetzten Säuren das gebildete Chlornatrium wieder, wenn auch nur zum Theile, zerlegt hätten, und die frei gewordene Salzsäure, nicht die zum neutralisirten Filtrate hinzugesetzte Säure, die eigentliche Ursache der beobachteten Wirkung gewesen sei. In der That, als in einem Kölbchen 3 CC. ClH X. nach der Neutralisation durch Natron mit 30 CC. C^2O^3 X. oder 30 CC. NO^5 X. erwärmt und einige Cubikcentimeter des Gemenges vorsichtig überdestillirt wurden, gab das Destillat mit salpetersaurem Silberoxyd eine, wenn auch nur schwache Trübung. Wir müssen uns demnach der Controle wegen zu einem

Versuch IV. aufgefordert sehen. Drei Schleimhäute wurden mit 50 CC. C^2O^3 X. ausgezogen und mit dem Filtrate folgende Verdauungsgemische bereitet:

	Filtrat	C^2O^3 X.	Wasser
I.	5	4	1
II.	5	2	3
III.	5	0	5

Alle drei Gläschen hatten ihre Fibrinflocke nach 1 h. 55′ gelöst.

Versuch V. Drei Schleimhäute wurden mit 15 CC. NO^5 X. extrahirt. Aehnliche Experimente wurden mit Phosphorsäure und Essigsäure von dem Grade X. und Weinsteinsäure von dem Grade V. bereitet. Von den Filtraten wurden mit den zugehörigen Säuren und Wasser folgende Gemische bereitet:

	Filtrat	Säure	Wasser
I.	1 CC.	9 CC.	0 CC.
II.	1 „	7 „	2 „
III.	1 „	5 „	4 „

Von der Salpetersäure und Weinsäure wurde ausserdem in einem Gläschen IV. 10 CC. reines Filtrat zum Versuche benutzt. Folgende Tabelle enthält die Resultate:

		Nach 10 Min.	Nach 25 Min	45 Min.	1 Stunde
Salpetersäure	I., II.	sehr gequollen	nur noch geringe Rückstände, am wenigsten in III.	ganz gelöst	
	III.	soweit wie II. PO^5			
	IV.	sehr zurück	sehr zurück	noch bedeut. Rückstände	noch bedeut. Rückstände
Weinsäure	I., II.	weniger gequollen als NO^5 und PO^5, aber mehr als $\overline{A}$	fast gelöst		gelöst
	III.		noch bedeut. Rückstände		
	IV.	weit zurück	noch keine merkl. Lösung		bed. Rückst.
Phosphorsäure	I.	sehr stark gequollen	fast ganz gelöst	vollkommen gelöst	
	II.	am weitesten, zum Theil schon gelöst			
	III.	sehr stark gequollen			
Essigsäure	I., II., III.	am weitesten zurück	kaum vollständig gequollen	wie vorher	stark gequollen, ein Theil gelöst.

Die Beobachtung wurde hier abgebrochen, 12 Stunden später waren auch in den 3 $\overline{A}$-Gläschen die Flocken verschwunden, Die beiden Gläschen No. IV. hatten noch immer merkliche Rückstände, trotzdem dass diese Flüssigkeiten die grössten Pepsinmengen enthielten. Es erklärt sich dies wahrscheinlich auf folgende Weise: Nach einer vielfach festgestellten Erfahrung mindert sich die lösende Kraft von Verdauungsflüssigkeiten beträchtlich durch die Lösung von Albuminaten, weil der Lösungsfähigkeit gewisse Grenzen gesetzt sind. Die Lösungsfähigkeit kann dann aber durch Nachsäuren wieder gesteigert werden. Die ursprünglichen Auszüge der Schleimhäute haben nun zweifelsohne Bindegewebe u. s. f. aus der Schleimhaut gelost; deshalb sind sie weniger zu lösen im Stande, wenn nicht, wie das in den Gläschen I., II. geschah, neue Säure hinzugesetzt wird.

Versuch IV. und V. widerlegen nun den oben gegen die ersten drei Versuche erhobenen Einwand vollkommen, denn dass die Lösung in den beiden letzten Versuchen durch Salzsäure herbeigeführt worden sei, die aus dem in der Magenschleimhaut enthaltenen Chlornatrium herrühre, wird wohl schwerlich Jemand behaupten wollen. — Die bei Versuch V. erhaltenen Lösungen wurden benutzt, um mit demselben einige

Pepton-Reactionen anzustellen. Die Resultate giebt folgende Reactionstabelle:

Reagens	Lösung			
	der Salpetersäure	Phosphorsäure	Weinsäure	Essigsäure
Kochen	Keine Fällung	ebenso	ebenso	ebenso
Alkohol	Keine Fällung	„	„	„
Concentrirte Salpetersäure	Anfangs leichte Trübung, bei weiterem Zusatze wieder schwindend. Gelbe Farbe	Keine Trübung; gelbe Farbe	Gelbe Farbe, ohne Trübung	Leichte bleibende Trübung, gelbe Farbe
Kohlensaures Ammonik (conc. Lös.)	Trübung; bei geringem Ueberschusse wieder schwindend.	ebenso	ebenso	Kaum sichtbar bleibende Trübung
Neutrales essigsaures Bleioxyd (conc. Lös.)	Keine Fällung	Fällung von phosphorsaurem Bleioxyd	Fällung von weinsaurem Bleioxyd	Keine Fällung
Kaliumeisencyanür (conc. Lös.)	Sehr leichte Trübung	ebenso	ebenso	ebenso
Sublimat	Für sich ohne Wirkung, nach Neutralisation mit NH^3 und Ansäuern mit $\overline{A}$ Fällung	ebenso	ebenso	Ebenso erst nach Neutralisation mit NH^3 und Ansäuern mit $\overline{A}$ fällbar
Gerbsäure	Starke Fällung	ebenso	ebenso	ebenso

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Lösungen der verschiedenen Säuren den Faserstoff in der That im Pepton-Zustande enthielten. (Man vergleiche die neuerdings von Mulder angegebenen Pepton-Reactionen.)

VI. Versuch mit coagulirtem Eiweiss. Drei Froschmägen werden mit 25 CC. NO^5 X. in der gewöhnlichen Weise ausgezogen. 5 CC. Filtrat werden mit $12^1/_2$ CC. NO^5 X. versetzt und in die Mischung 5 Würfel geronnenen Hühnereiweisses von $2-2^1/_2$ Lin. Seite gelegt. In ein zweites Kölbchen, mit derselben Mischung gefüllt, wird eine Messerspitze voll Eiweissflocken gelegt, die durch Kochen von mit dem 4fachen Volumen

Wasser verdünntem und dann neutralisirtem Hühnereiweiss gewonnen sind. — Ganz ebenso werden je zwei Kölbchen mit folgenden Säuren bereitet: Phosphorsäure, Oxalsäure, Essigsäure, Salzsäure von der Concentration X., Weinsteinsäure von der Concentration V. Diese 12 Kölbchen werden um $5^1/_2$ Uhr Abends in den Brütofen gesetzt. Am nächsten Morgen $6^1/_2$ Uhr zeigt sich folgendes Resultat:

	Verdauungsgemisch mit					
	Phosphorsäure	Salzsäure	Oxalsäure	Salpetersäure	Weinsäure	Essigsäure
Eiweisswürfel	Aeusserst geringe Reste, keinenfalls grösser als bei ClH.	Sehr geringer Rückstand.	Gar kein Rückstand.	Die Würfel sind an der Oberfläche verdaut; doch in allen noch milchweisse undurchsichtige Kerne in der Mitte.	Viel gelöst; Würfel ganz durchscheinend ohne weissen Kern; weiter als NO^5 und nicht so weit als PO^5, ClH, C^2O^3.	Würfel kaum an den Rändern schwach durchscheinend.
Eiweisscoagulum	Ueberall ohne Rückstand gelöst.					Kaum etwas gelöst.

Die verdauten Eiweisslösungen sind alle wasserklar, ohne alle Trübung. Sie geben folgende Reactionen:

	Kochen	Salpetersäure (conc.)	Kohlensaures Ammoniak (conc. Lös.)	Neutr. essigs. Bleioxyd (conc. Lös.)	Schwefelsaures Natron (conc. Lös.)	Kaliumeisencyanür (conc. Lös.)	Sublimat	Gerbsäure
Lösung in Salpetersäure	Keine Fällung.	Trübung; bei weiterem Zusatz sich vermindernd; jedoch nicht ganz schwindend; gelbe Farbe.	Trübung; bei geringem Ueberschusse schwindend.	Keine Fällung.	Sehr leichte Trübung.	Sehr leichte Trübung.	Fällt die Lösung nach Neutralisation durch NH^3 und Wiederansäuern durch $\bar{A}$.	Starke Fällung.
Lösung durch Oxalsäure	"	Ebenso; nach längerem Stehen leichter Bodensatz.	"	Starke Fällung von oxalsaurem Bleioxyd.	"	"	"	"
Lösung durch Weinsäure	"	Sehr leichte Trübung; gelbe Farbe.	"	Fällung von weinsaurem Bleioxyd.	"	"	"	"
Lösung durch Phosphorsäure	"	"	"	Fällung von phosphorsaurem Bleioxyd.	"	"	"	"
Lösung durch Salzsäure	"	"	"	Trübung.	"	"	"	"

Von den 6 untersuchten Säuren hatte die Salpetersäure unvollkommener gewirkt als Salzsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure und Weinsteinsäure, von denen die drei ersten ganz gleich standen, die letzte nur wenig zurückstand, und die $\bar{A}$ so gut wie gar keine Wirkung zeigt. Ich vermuthete, dass sowohl für NO^5 als für $\bar{A}$ nicht die richtigen Concentrationen gewählt worden seien, und unsere Bestrebungen mussten sich darauf richten, diese ausfindig zu machen.

Für die Salpetersäure lag ein Wink darin, dass bei den Fibrinversuchen die schwächste Concentration immer am besten gewirkt hatte. Ich bereitete demnach drei schwächere Concentrationen, als die bisher benutzte NO^5 X., nämlich: I. NO^5 XV., II. NO^5 XX., III. NO^5 XXV. Mit jeder dieser drei Säuren wurden zwei gleiche Verdauungsflüssigkeiten ganz in der früheren Weise bereitet (drei Froschmägen mit 25 CC. der betreffenden Säuren im Brütofen ausgezogen, 5 CC. des Filtrates mit 12½ CC. derselben Säure versetzt), in die eine 5 Eiweisswürfel, in die andere eine Messerspitze voll Eiweisscoagulum gebracht. Die sechs Kölbchen, welche die Verdauungsgemische enthielten, wurden Mittags 12 Uhr in den Brütofen gebracht, Abends 9 Uhr waren die Coagula in allen drei Concentrationen gelöst. Am nächsten Morgen um 8 Uhr waren in der Flüssigkeit von der Concentration NO^5 XV. noch zwei kleine, ganz durchscheinende Reste der Eiweisswürfel; die Flüssigkeiten NO^5 XX. und NO^5 XXV. hatten die Würfel vollkommen gelöst.

Weit schwieriger hielt es, für die Essigsäure die Concentration ausfindig zu machen. Ich ging zuerst von $\bar{A}$ X. abwärts bis $\bar{A}$ LX., ohne ein Resultat zu erzielen; dann aufwärts bis $\bar{A}$ IV. ebenfalls vergeblich. Endlich fand sich als vollkommen wirksam die Concentration A I. heraus, aber auch nur diese, während die nächsthöhere und nächstniedere an Wirksamkeit weit zurück standen. Dies lehren folgende beiden Versuche: Es wurden die Concentrationen $\bar{A}$ II., $\bar{A}$ I., $\bar{A}$ ½ (½ CC. A = 1 CC. Normalnatronlauge) bereitet und mit jeder einzelnen zwei gleiche Verdauungsflüssigkeiten, die eine für Eiweisswürfel, die andere für Eiweissflocken, in derselben Weise, wie früher mit Salpetersäure, bereitet. Nach 16stündiger Einwirkung bei 30° R. zeigte sich

	Würfel	Coagulum
I. Concentration $\bar{A}$ II.	an den Rändern durchsichtig, in der Mitte weiss.	sehr wenig gelöst
II. Concentration A I.	Vollkommen gelöst.	Vollkommen gelöst.
III. Concentration A ½.	zum grossen Theile gelöst; die Reste durchscheinend.	Ein Theil gelöst, doch noch sehr grosse Rückstände.

Das Auffallende und Unerwartete lag hier darin, dass die Grenze der Wirksamkeit für die Essigsäure so enge gezogen sein sollte. Zur Vorsicht wurde derselbe Versuch, genau in gleicher Weise, wiederholt. Es zeigte sich nach 20stündiger Einwirkung

	Würfel	Coagulum
I. Concentration $\bar{A}$ II.	an den Rändern durchsichtig, grosse weisse Kerne.	zwar zum grossen Theile gelöst, aber doch noch beträchtliche Rückstände.
II. Concentration $\bar{A}$ I.	Kaum sichtbare Rückstände.	Vollkommen gelöst, Lösung wasserklar.
III. Concentration $\bar{A}$ $^1/_2$	beträchtliche Rückstände, ganz durchsichtig.	ganze Flüssigkeit opalisirend, Rückstände noch vorhanden, aber nicht sehr bedeutend.

Es bestätigte sich also, dass die Concentration $\bar{A}$ I. den beiden anderen $\bar{A}$ II. und $\bar{A}$ $^1/_2$ an Wirksamkeit bedeutend überlegen ist.

Die mitgetheilten Versuche ergeben, dass die bisher fast allgemein verbreitete Annahme, nur die Salzsäure und Milchsäure seien im Stande, mit der Magenschleimhaut kräftige Verdauungsflüssigkeiten für geronnene Albuminate zu geben, unrichtig ist. Wir haben gesehen, dass Salpetersäure, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsteinsäure, Essigsäure dieselbe Eigenschaft haben, wenn sie in gewissen Concentrationen angewendet werden, die freilich für die verschiedenen Säuren sehr ungleich sind. Welches sind aber diese Concentrationen? Man kann dieselben sehr leicht nach den obigen Angaben berechnen, wenn man im Auge behält, dass 1 CC. der von uns angewendeten Natronlauge 0,020 Grm. Natronhydrat (NaO + HO) entspricht. Es ist in 1000 Theilen dieser Säuren enthalten:

Phosphorsäure X. . . 2,45 Theile $PO^5 + 3HO$
Salpetersäure X. . . 3,15 „ $NO^5 + HO$.
Salzsäure X. . . . . 1,825 „ ClH.
Essigsäure X. . . . . 3,0 „ $C^4H^3O^3 + HO$.

Weinsäure V. . . . . 7,5 Theile $C^8H^4O^{16}+2HO$.
Milchsäure X. . . . . 9,0 „ $C^6H^5O^5+HO$.
Oxalsäure X. . . . . 3,15 „ C^2O^3+3HO.

Führt man danach die Rechnung aus, so sieht man, dass der Procentgehalt der wirksamen Concentrationen für die verschiedenen Säuren sehr verschieden ausfällt, ohne dass sich eine allgemeine Regel finden liesse. Vorübergehend war ich der Ansicht, dass die verschiedenen Säuren in der künstlichen Verdauungsflüssigkeit sich nach ihren chemischen Aequivalenten ersetzen müssten, um wirksam zu sein. In der That, für ClH PO^5, C^2O^3 erwiesen sich Concentrationen als gleich wirksam, die in 10 CC. Flüssigkeit so viel Säure enthielten, als zur Sättigung von 1 CC. Natronlauge = 20 Mgr. Natronhydrat nöthig war. Allein die Weinsäure bedarf einer stärkeren Concentration (5 CC. = 1 CC. Natronlauge), die Essigsäure einer noch stärkeren (1 CC. = 1 CC. Natronlauge) und die Salpetersäure einer schwächeren Concentration (20—25 CC. = 1 CC. Natronlauge), um Eiweisswürfel eben so gut zu lösen, wie Salzsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure bei der oben erwähnten Concentration. Die verschiedenen Säuren können sich in künstlichen Verdauungsflüssigkeiten weder in gleichen absoluten, noch in gleichen relativen (aequivalenten) Mengen ersetzen. Die wirksamen Concentrationen lassen sich nur empirisch ermitteln. Diese Thatsache spricht, wie manche andere, mit Bestimmtheit gegen die Theorie C. Schmidt's von der Verdauung der Albuminate, nach welcher die Säure mit dem Pepsin eine gepaarte Säure bilden soll, die zur Lösung des Eiweisskörpers dient. Wäre diese Anschauung richtig, so müssten die verschiedenen Säuren am besten wirken, wenn sie in gleichen relativen (aequivalenten) Mengen angewandt werden; denn in der Chlorpepsinwasserstoffsäure würde sich die Chlorwasserstoffsäure doch nur durch aequivalente Mengen anderer Säuren ersetzen lassen. Unsere Erfahrungen widerlegen die Theorie C. Schmidt's vom rein chemischen Standpunkte aus.

Der chemischen Theorie von Schmidt über die Rolle der Säuren bei der Verdauung ist bisher keine andere Theorie an die Seite gesetzt worden. Wenn ich nicht irre, führt das Fol-

gende auf den richtigen Weg. Diejenigen Concentrationen der verschiedenen Säuren, welche nach der Digestion mit Magenschleimhaut kräftige Verdauungsflüssigkeiten geben, haben für sich die Eigenschaft, den Faserstoff sehr aufquellen zu machen. Umgekehrt sind solche Concentrationen, welche den Faserstoff nicht quellen machen, niemals im Stande, mit Pepsin verdauend zu wirken. Salpetersäure von der Concentration NO^5 I. macht Fibrin nicht quellen und giebt keinen künstlichen Magensaft. Salpetersäure von der Concentration NO^5 X.—XX. macht Fibrin stark quellen und löst dasselbe nach der Digestion mit Magenschleimhaut. Daraus scheint zu folgen, dass die Fähigkeit der Säuren, mit Pepsin Albuminate zu lösen, bedingt ist durch die Fähigkeit, für sich die Albuminate quellen zu machen, und weiter, dass die Function der Säuren bei der Magenverdauung darin besteht, die Eiweissstoffe aufzulockern und dadurch eine innigere Berührung derselben mit dem Fermente herbeizuführen, welches dann die eigentliche Umsetzung der Albuminate in die Peptone bewirkt. Man wird entgegnen, dass bei Eiweisswürfeln eine solche auflockernde Einwirkung der Säuren sich nicht wahrnehmen lasse. Allein man vergesse nicht, dass eine solche Einwirkung, wenigstens in auffallendem Maasse, hier unmöglich gemacht ist durch den dichten Aggregatzustand des geronnenen Hühnereiweisses. Die Säure kommt zunächst nur mit der Oberfläche in Berührung und kann deshalb zunächst auch nur auf diese wirken, während sie in den lockeren Faserstoff sehr leicht durch Capillarität eindringt und deshalb auf die ganze Masse einwirkt, wodurch die Erscheinung der Quellung hier so augenfällig wird, während sie bei den Eiweisswürfeln weniger auffällig bleiben muss. Uebrigens kann man in locker und flockig geronnenem Eiweiss auch wirklich ein oberflächliches Quellen und Durchsichtigwerden der einzelnen Flocken wahrnehmen.

Ein anderer Einwand gegen die eben vorgetragene Ansicht ist schwerer zu beseitigen. Wenn die Säuren nur durch die Auflockerung der Albuminate für die Verdauung von Wichtigkeit werden, weshalb können sie bei der Verdauung nicht durch andere, ebenfalls Aufquellung herbeiführende Substanzen ersetzt

werden, z. B. durch Ammoniak, in welchem Faserstoff sehr stark quillt? Es liegt hier die Entgegnung nahe, dass die Alkalien vielleicht die Fermentwirkung des Pepsins stören, also die zweite zum Zustandekommen der Lösung nothwendige Bedingung aufheben, wenn schon die erste Bedingung, die Lockerung, erfüllt ist. Findet doch die Milch- und Buttersäuregährung nur in alkalischen Flüssigkeiten statt! Was Wunder, wenn die Fermentwirkung des Pepsins sich als nur in sauren Flüssigkeiten möglich herausstellte. — Wenn Hypothesen nothwendige Glieder in dem Fortschritte der Wissenschaft sind, so mag auch die oben über die Rolle der Säuren bei der Verdauung aufgestellte als ein Schritt gelten, der vielleicht zu einem Fortschritte wird. Jedenfalls werden die ihr zu Grunde liegenden Thatsachen für jeden Erklärungsversuch der Magenverdauung von Wichtigkeit sein.

Untersuchungen über den Tonus der willkürlichen Muskeln.

Von P. J. Brondgeest.

(Auszug aus: Onderzoekingen over den tonus der willekeurige spieren. Academisch proefschrift enz. Utrecht 1860.

Durchschneidet man einem Frosche das Rückenmark nahe dem verlängerten Mark und sodann den Ischiadicus der einen Seite und hängt denselben an einem durch die Nase gezogenen Faden frei in der Luft auf, so bemerkt man nach einiger Zeit (½ Stunde und darüber) einen ausgesprochenen Unterschied in der Haltung beider Beine. An der Seite, wo der Nerv durchschnitten ist, bilden die Axen des Rumpfes, Ober- und Unterschenkels und des Fusses viel grössere Winkel mit einander, als an der anderen Seite. Der erstere Schenkel hängt schlaff herab, während der zweite in allen Gelenken eine mässige Beugung zeigt. In Folge dessen haben Knie- und Fussgelenk einen tieferen Stand auf der operirten Seite, als auf der anderen, und der innere Umriss der Schenkel und Füsse gleicht, wie sich der Verfasser ausdrückt, etwa einer unsymmetrischen antiken Urne, welche auf einer schiefen Unterlage (der Verbindungslinie der Spitzen der vierten Zehen) steht. Dieser Unterschied kann seinen Grund nur haben in einem verschiedenen Verhalten der Muskeln beider Beine, denn bei der Beweglichkeit der Gelenkverbindungen würden die Beine bei Abwesenheit der Muskeln, der Schwere folgend, ganz schlaff

herunterhängen. In der That sieht man, wenn man den einen oder anderen Muskel von seinem Ansatz ablöst, die Haltung des Beines sogleich im Sinne der Antagonisten sich ändern. Eine solche Aenderung tritt in viel geringerem Grade ein, wenn vorher der Nerv durchschnitten war. Die mehr gebogene Haltung, welche das Bein annimmt, dessen Muskeln noch mit dem Rückenmark in Verbindung stehen, kann nur auf einem Uebergewicht der Beuger dieser Seite über die Strecker seinen Grund haben. Allerdings bleibt es dabei merkwürdig, dass bei Reizung des Nerven eine Streckung erfolgt, also die Strecker das Uebergewicht haben.

Kneipt man bei einem in vorbeschriebener Weise behandelten und aufgehängten Frosch die Zehen des nicht operirten Fusses leise, so sieht man die Beugung dieses Beines stärker werden, und diese stärkere Beugung verschwindet erst in einiger Zeit ganz allmählig. Kneipt man stärker, so wird das Bein ganz an den Leib angezogen, sodann gestreckt und wiederum gebeugt, und diese letztere Beugung verschwindet ganz allmählig.

Schneidet man einem Frosche die hinteren Wurzeln einer Seite, welche zum Ischiadicus gehen, durch und sodann das Rückenmark nahe dem verlängerten Mark, und hängt ihn in gewohnter Weise auf, so bemerkt man ganz dieselben Unterschiede in der Haltung beider Beine, als wenn der Nerv ganz durchschnitten wäre. Kneipt man jetzt die Zehen der nicht operirten Seite, so sieht man, dass beide Beine angezogen werden, und dass auch auf der operirten Seite eine Beugung zurückbleibt, die ganz allmählig verschwindet. Aehnliche Versuche stellte Verfasser auch an Kaninchen an.

Aus diesen Versuchen zieht derselbe folgende Schlüsse:

1. „Es besteht ein Tonus der willkürlichen Muskeln, d. h. diese Muskeln beharren unter dem Einfluss des Gehirns (soll wohl heissen des Rückenmarkes, da Verfasser bei seinen Versuchen stets das Gehirn abgetrennt hatte. R.) in einem Zustand andauernder Contraction, in Folge einer ununterbrochenen Wirkung, welche von den Nervencentren ausgeht und mittelst der Nerven auf die Muskeln übertragen wird.

2. Das Bestehen dieses Tonus ist auf das Genaueste gebunden an den unverletzten Zustand der Gefühlsnerven. So lange die Gefühlsnerven ihre Wirkung auf das Rückenmark ausüben, wird in den Bewegungscentren (der grauen Substanz) eine Thätigkeit unterhalten, welche die dauernde Contraction, Tonus genannt, hervorruft. Der Tonus der willkürlichen Muskeln ist also ein Reflextonus. Ist die Möglichkeit einer Reflexwirkung aufgehoben, sind die Gefühlsnerven durchschnitten, so ist der Tonus verschwunden." [1])

---

1) Die hauptsächlichen Versuche des Hrn. Brondgeest sind von Hrn. Dr. Rosenthal im hiesigen physiologischen Laboratorium mit gleichem Erfolg wiederholt worden. E. d. B.-R.

Controle der Ermüdungseinflüsse in Muskelversuchen.

Von

A. W. Volkmann.

Die Ermüdung, welche der Muskel in Folge seines Thätigseins erleidet, vermindert bekanntlich die Leistungsfähigkeit desselben. Hat man im Interesse des Versuchs den Muskel vom Körper getrennt, so geht diese Verminderung sehr schnell vor sich. Hieraus entspringt für die Experimentalphysiologie eine grosse Schwierigkeit. Man kann das gesetzliche Verhältniss zwischen der Contractilität und einer sie influenzirenden veränderlichen Bedingung nie prüfen, ohne dass sich die Ermüdung, als zweite Veränderliche, mit einmische und das Resultat der Versuche trübe.

E. Weber ist der erste gewesen, welcher daran dachte, die von der Ermüdung ausgehenden Störungen in Rechnung zu bringen, und hat ein Verfahren angegeben, durch welches sich die Verschiedenheit der Ermüdungseinflüsse, welche den in Vergleich zu stellenden Versuchen anhaften, approximativ ausgleichen lasse. Dieses Verfahren geht von der Voraussetzung aus, dass die Wirkungen der Ermüdung innerhalb nicht zu weit gesteckter Grenzen gleichmässig, also wie die Ordnungszahlen der Versuche, zunehmen, in welchem Falle sich die Grössen derselben innerhalb dieser Grenzen durch eine geeignete Combination der Versuche auf gleiche Werthe zurückführen lassen.

Weber erläutert sein Verfahren an den drei nachstehenden, aus einer seiner Versuchsreihen entnommenen Fällen. Im ersten Versuche, wo der Muskel mit 10 Gramm belastet ist, beträgt seine Länge im Maximum der Contraction 6 Millimeter;

im zweiten Versuche, wo er mit 5 Gr. belastet ist, 7,4 Mm., im dritten, wo er wieder mit 10 Gr. belastet ist, 13,2 Mm.

Nun sagt Weber: Die Unterschiede, welche man zwischen den verschiedenen Messungen der Längen eines und desselben Muskels beobachtet, hängen theils von der Verschiedenheit der jedesmaligen Belastung, theils von der immer zunehmenden Ermüdung desselben ab. Um den Einfluss der ersteren von der letzteren abgesondert darzustellen, muss man die gleichen Ermüdungsgraden entsprechenden Längen des thätigen Muskels durch zweckmässige Interpolation der Beobachtungsreihen bestimmen. Will man wissen, in welchem Verhältnisse die Muskellängen bei 5 Gr. und bei 10 Gr. Belastung zu einander stehen, so dürfen wir nicht die in Versuch 2 gefundene Länge mit der in Versuch 1 beobachteten vergleichen; denn im ersten Versuche war der Muskel weniger ermüdet als im zweiten; wir dürfen aber eben so wenig die im zweiten Versuche gefundene Länge mit der im dritten beobachteten vergleichen; denn im dritten Versuche war der Muskel mehr ermüdet als im zweiten; wohl aber können wir die im zweiten Versuche gefundene Länge mit der Zahl vergleichen, die wir erhalten, wenn wir aus der Länge im ersten und dritten Versuche das Mittel nehmen. Wir finden auf diese Weise, dass der Muskel, welcher im zweiten Versuche bei 5 Gr. Belastung die Länge von 7,4 Mm. hatte, wäre er mit 10 Gr. belastet gewesen, die grössere Länge von $\frac{6{,}0 + 13{,}2}{2} = 9{,}6$ Mm. gehabt haben würde, und ist dieser Längenunterschied: $9{,}6 - 7{,}4 = 2{,}2$ Mm. nun lediglich als Folge des Belastungsunterschiedes 10 Gr.—5 Gr., oder als die Dehnung eines mit 5 Gr. belasteten Muskels durch Mehrbelastung mit 5 Gr. zu betrachten.

Es ist einleuchtend, dass diese Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse in drei auf einander folgenden Versuchen nur dann exact ist, wenn der Muskel im ersten Versuche genau so viel weniger, als im dritten Versuche mehr ermüdet ist, als im zweiten. Wenn nun Weber nicht blos drei, sondern elf hinter einander angestellte Versuche, bei denen 6 verschiedene Gewichte in Anwendung kommen, in derselben Weise behandelt,

und die Muskellängen, welche durch die arithmetischen Mittel aus Versuch $\frac{1+11}{2}$, $\frac{2+10}{2}$, $\frac{3+9}{2}$, $\frac{4+8}{2}$, $\frac{5+7}{2}$ erhalten werden, mit der Länge in Versuch 6 für vergleichbar erachtet, so heisst das eben nichts anderes, als dass innerhalb der Grenzen von 11 Versuchen die von der Ermüdung bedingte Verlängerung des thätigen Muskels wie die Ordnungszahlen der Versuche wachse, oder doch sich einer derartigen Zunahme merklich genug nähere.

Weber hat die Annahme, dass die von der Ermüdung abhängigen Längenzuwüchse dem eben erörterten Gesetze folgen, nicht näher begründet und eben so wenig angegeben, wie weit man bei Anwendung seines Verfahrens sich der Wahrheit nähere. Es wird bei den immer mehr in's Feine gehenden physiologischen Untersuchungen von Wichtigkeit sein, diese Lücke der Wissenschaft auszufüllen. Die nachstehende Abhandlung stellt sich diese Aufgabe, aber beschränkt sich auch auf dieselbe. Alle Einflüsse der Ermüdung, welche, abgesehen von der Verlängerung des thätigen Muskels, vorkommen, bleiben unberücksichtigt.

Soll nun die Berechtigung der Weber'schen Annahme geprüft und überhaupt der Gang der Ermüdung ermittelt werden, so versteht sich von selbst, dass man die Beständigkeit der Ermüdungsursachen auf das Sorgfältigste zu überwachen habe. Ich reize mit Inductionsströmen, unter Anwendung eines constanten Elementes. Werden die Muskeln tetanisirt, so wird die Dauer der Reizung nach den lauten Schlägen eines Metronoms bemessen und habe ich meistens auf die Reizung 3 Schläge (jeden zu 1,25'' Dauer), und auf die Pause zwischen zwei Versuchen 50 Schläge verwendet. Dass nämlich auch die Dauer der Pausen auf den Gang der Ermüdung einwirken müsse, kann nach den bekannten Verhältnissen der Reizbarkeit nicht zweifelhaft sein.

Sonst ist über die Methode meiner Versuche noch Folgendes zu bemerken.

Ich habe mich in allen Versuchen des Kymographion bedient, und nur mit den Hyoglossis des Frosches gearbeitet.

An dem unteren Ende des lothrecht aufgehangenen Muskels wurde ein Federhalter von 1 Gr. Schwere befestigt, wie ich im Archiv für Anat. u. Physiol. 1860. S. 145 näher beschrieben habe. Erst nach Anheftung des Federhalters habe ich die Länge des ruhenden Muskels = l gemessen und habe die geringe Schwere des ersteren vernachlässigt. Ich lasse dann den Cylinder eine Umdrehung machen und eine Horizontale verzeichnen, welche als Abscissenaxe benutzt wird. Während der Reizung des Muskels ruht der Cylinder und die zeichnende Spitze beschreibt eine Senkrechte, deren Grösse h die Contractionsgrösse des Muskels darstellt. Nun giebt $l-h$ die Länge des thätigen Muskels = λ. Den Längenunterschied zwischen dem belasteten und nicht belasteten thätigen Muskel betrachte ich nach Weber's Vorgange als eine von dem Belastungsgewichte abhängige Dehnung und bezeichne denselben mit D.[1])

Die Messungen wurden mit einem Glasmikrometer gemacht, welches directe Messungen von $^1/_2$ Millim., und also Schätzungen von $^1/_{20}$ Millim. gestattete.

Um eine vorläufige Ansicht von dem Gange der Ermüdung zu gewinnen, habe ich ein von dem eben beschriebenen verschiedenes Verfahren eingeschlagen. Ich tetanisirte den Muskel, unter Anwendung eines constanten Elementes im Kreise der primären Rolle, anhaltend und beachtete, wie sich die Länge der Fasern im Verlaufe der Zeit änderte. Auch zu diesen Versuchen wurde das Kymographion benutzt. Nachdem die Abscissenlinie gezogen, wird der Muskel bei fortwährender gleichmässiger Umdrehung des Cylinders tetanisirt. Die Linie, welche den Gang der Contraction verzeichnet, erhebt sich steil aufsteigend über die Abscissenlinie und sinkt, nachdem der Muskel das Maximum der Verkürzung erreicht, in demselben Maasse, als sich der Muskel unter dem Einflusse der Ermüdung verlängert.

---

1) Die Bezeichnung des erwähnten Unterschiedes als Dehnung glaubte ich beibehalten zu müssen, weil sie den Zusammenhang zwischen Weber's Versuchen und meinen anschaulich macht. Ein Urtheil über die Berechtigung der Weber'schen Elasticitätstheorie ist darin, dass ich den Werth D Dehnung nenne, nicht zu suchen.

Es entsteht also eine Schraubenlinie um den Cylinder, deren Windungen um so weiter von einander entfernt liegen, je mehr sich der Muskel während der Zeit einer Umdrehung verlängert, oder, wenn der Längenzuwachs in der Zeiteinheit als Maass der Ermüdung betrachtet wird, je mehr derselbe ermüdet.

Derartige Versuche beweisen, dass die Ermüdung nicht gleichmässig fortschreitet. Vielmehr ergiebt sich aus meinen zahlreichen Versuchen ohne Ausnahme folgendes. Die Ermüdungszuwüchse für eine gegebene Zeit nehmen, nachdem der Muskel das maximum contractionis erreicht, eine Zeit lang zu und dann wieder ab. Im belasteten Muskel liegen bei gleicher Stärke des erregenden Stromes und gleicher Umdrehungszeit des Cylinders die Schneckenwindungen weiter auseinander als im unbelasteten, auch wächst die Distanz der Windungen mit Vermehrung der Belastungsgewichte sehr auffällig.

Versuche wie die oben angeführten sind für die Beurtheilung der Frage, die uns beschäftigen soll, natürlich nicht ausreichend. Es handelt sich weniger darum zu beweisen, dass die Ermüdung im Verlaufe der Zeit nicht gleichmässig fortschreite, als vielmehr zu ermitteln, innerhalb welcher Grenzen das Ausgleichungsverfahren, welches einen gleichmässigen Fortschritt der Ermüdung voraussetzt, trotz des wirklich ungleichmässigen Fortschrittes, noch zu brauchbaren, d. h. hinreichend genäherten Zahlen führe. Um hierüber zu entscheiden, sind andere Versuche nöthig. Ich werde zunächst solche mittheilen, welche an unbelasteten Muskeln angestellt sind.

Versuchsreihe I.

Benutzt wird ein Zungenmuskel von 27 Millimeter Länge. Zum Tetanisiren dient der Schlitten von du Bois, zur Erzeugung eines constanten Stromes im primären Kreise ein Grove'scher Apparat aus 3 kleinen Elementen. Jede Reizung des Muskels dauert 5″, jede Pause zwischen zwei Versuchen 62,5″. Unmittelbar nach dem Reize wird der Muskel mit einem kleinen Gewichte belastet, welches die Expansion befördert, aber in Folge einer unter demselben angebrachten Stütze den Mus-

kel nur bis zu der Länge, die er ursprünglich hatte, wieder ausdehnt.

Versuch	h Mm.	λ Mm.	Versuch	h Mm.	λ Mm.
1	16,0	11,0	22	9,7	17,3
2	15,8	11.2	23	9,2	17,8
3	15,6	11,4	24	8,7	18,3
4	15,5	11,5	25	8,2	18,8
5	15,3	11,7	26	7,5	19,5
6	15,1	11,9	27	7,1	19,9
7	15,0	12,0	28	6,6	20,4
8	14,9	12,1	29	6,3	20,7
9	14,5	12,5	30	5,8	21,2
10	14,3	12,7	31	5,5	21,5
11	14,0	13,0	32	5,2	21,8
12	13,7	13,3	33	4,9	22,1
13	13,5	13,5	34	4,7	22,3
14	13,3	13,7	35	4,5	22,5
15	13,0	14,0	36	4,3	22,7
16	12,7	14,3	37	4,2	22,8
17	12,3	14,7	38	4,1	22,9
18	11,8	15,2	39	4,0	23,0
19	11,3	15,7	40	3,9	23,1
20	10,8	16,2	41	3,8	23,2
21	10,1	16,9			

Ehe wir die Resultate der vorstehenden Beobachtungsreihe zur Sprache bringen, sind einige vorläufige Bemerkungen erforderlich.

Wäre der Gang der Ermüdung ein gleichmässig fortschreitender, so erhielte man die durch jeden einzelnen Versuch gesetzte Ermüdungsverlängerung, welche ich im Nachstehenden mit v bezeichne, wenn man von der Länge im letzten Versuche die im ersten abzöge und den Unterschied mit der Zahl der zwischenliegenden Versuche dividirte. Im vorliegenden Falle wäre demnach

$$v = \frac{23,2 - 11}{40} = 0,305$$

Da auch im ersten Versuche die Ermüdung sich geltend macht, so erhält man die Länge, welche der Muskel im ersten Versuche, abstrahirt von der Ermüdung, hat, wenn man von der beobachteten Länge λ den nun bekannten Werth v abzieht, im vorstehenden Falle $11 - 0,305 = 10,695 = \lambda'$. Nun müsste in

jedem Versuche die Länge des thätigen Muskels (unser λ) sein $= \lambda' + n \cdot v$, wenn n die Ordnungszahl des Versuches bedeutet. Die Differenz $\lambda n - (\lambda' + n \cdot v)$ würde dann zeigen, in welchem Maasse der Fortschritt der Ermüdung in der Zeit von dem vorausgesetzten gleichmässigen Fortschritte abweicht. Beispielsweise würde die Abweichung im 20. Versuche betragen: $16{,}2 - (10{,}695 + 20 \cdot 0{,}306) = 16{,}2 - 16{,}795 = -0{,}595$ oder $\frac{16{,}795}{-0{,}595} = -\frac{1}{28}$ derjenigen Länge, welche der Muskel bei gleichmässigem Fortgange der Ermüdung hätte haben müssen. Das negative Vorzeichen des Unterschiedes besagt, dass die beobachtete Länge mit Rücksicht auf die supponirte Gleichmässigkeit der Ermüdung zu klein sei; selbstverständlich würde nun ein positives Vorzeichen eine in gleichem Sinne zu grosse Länge des Muskels erweisen.

Nicht unbeachtet bleibe, dass das Vorzeichen des Unterschiedes über den Gang der Abweichungen entscheidet, d. h. darüber, ob die Werthe v, welche der Voraussetzung zufolge constant sein sollten, im Laufe der Zeit wachsen (beschleunigte Ermüdung), oder im Gegentheil abnehmen (verlangsamte Ermüdung).

Offenbar beweist das positive Vorzeichen eine verlangsamte, das negative eine beschleunigte Ermüdung. Wenn man auf die Abscissenlinie der Versuche die Ordinaten $n \cdot v$ aufträgt, so wird der Gang der Ermüdung, vorausgesetzt, dass die Ermüdung gleichmässig fortschreitet, durch eine gerade Linie repräsentirt. Ist dagegen das Fortschreiten kein gleichmässiges, so muss sich die gerade Linie in eine krumme verwandeln. Sind die beobachteten Ordinaten zu gross, so wird die Curve des Ermüdungsfortschrittes ihre Concavität der Abscissenlinie zuwenden, und hiermit eine retardirte Ermüdung beweisen; sind dagegen die beobachteten Ordinaten zu klein, so wird die convexe Seite der Ermüdungscurve der Abscissenlinie zugewendet sein und den Beweis einer accelerirten Ermüdung bieten.

Das eben erörterte Rechnungsverfahren verfolgt also den Gang der Ermüdung von einem Versuche zum anderen und zeigt einerseits die Grösse der Abweichung desselben von der geraden Linie für jeden einzelnen Versuch, während sie ande-

rerseits auch darüber, ob die Werthe r wachsen oder abnehmen, Aufschluss giebt.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen führt das Weber'sche Ausgleichungsverfahren, nur dass es die Ermüdung nicht von einem Versuche zum anderen verfolgt, sondern Mittelwerthe für zwei correspondirende Beobachtungen erzielt.

Unter correspondenten Versuchen werden hier und im Folgenden solche verstanden, welche gleichweit, respective vor und hinter demjenigen Versuche liegen, auf dessen Ermüdungsgrad sie durch die Ausgleichung reducirt werden. Wo die Betrachtung solcher aus correspondenten Versuchen entnommenen Mittelwerthe ausreicht, verfährt man in folgender Weise.

Man notirt die Versuche in der Reihenfolge, wie sie gemacht worden, vom ersten bis zum mittelsten in einer horizontalen Linie von links nach rechts, dagegen von dem Versuche, welcher dem mittelsten folgt, bis zum letzten, in einer horizontalen Linie von rechts nach links, und zwar in der Weise, dass die correspondenten Versuche unter einander zu stehen kommen. Addirt man hierauf die Correspondenten und dividirt mit 2, so erhält man die arithmetischen Mittel, welche in Versuchen mit einem unbelasteten Muskel nicht nur unter sich, sondern auch dem Werthe des mittleren Versuches gleich sein müssten, wenn die Ermüdung eine gleichmässig fortschreitende gewesen wäre und eben deshalb ein solches Ausgleichungsverfahren gestattet hätte.

Ist die Ermüdung keine gleichmässige, und wird der Gang derselben statt durch eine gerade Linie durch eine krumme repräsentirt, so wird das arithmetische Mittel des ersten und letzten Versuches (dasselbe mag Grenzfall heissen) weder den übrigen arithmetischen Mitteln, noch auch dem Werthe des mittleren Versuches (er heisse der Mittelfall) gleichen. Vielmehr werden die arithmetischen Mittel vom Grenzfalle gegen den Mittelfall hinwärts abnehmen, wenn der Gang der Ermüdung ein beschleunigter ist, umgekehrt zunehmen, wenn er ein verlangsamter ist, wie aus dem, was über die Bedeutung der entgegengesetzten Krümmung der Ermüdungscurve bemerkt wurde, leicht ableitbar ist.

Ich werde nun den Gang der Ermüdung in der ersten Versuchsreihe mit Hülfe des eben erwähnten Ausgleichungsverfahrens untersuchen, und werde, wie das Weber gethan, die Ausgleichung der Ermüdung auf 11 hinter einander angestellte Versuche anwenden. Selbstverständlich erhält man, abgesehen von dem Werthe des Mittelfalles, 5 arithmetische Mittel, welche ich in der Reihenfolge vom Grenzfalle zum Mittelfalle mit *a*, *b*, *c*, *d*, *e* bezeichne, während der Mittelfall selbst mit *f* notirt wird.

Für jeden solchen Complex von 6 Fällen ist der Mittelfall derjenige, welcher die Ermüdungsstufe angiebt, auf welche sämmtliche zugehörige Versuche der Theorie nach reducirt sein würden, und ist daher in der ersten Columne der Tabelle die Ermüdungsstufe mit der Ordnungszahl des Versuches, welcher den Mittelfall abgiebt, bezeichnet worden.

Gang der Ermüdung in Versuchsreihe I.
nach Berechnung der arithmetischen Mittel aus den correspondenten Versuchen.

Ermüdungsstufe	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
6	12,00	11,95	11,95	11,8	11,85	11,9
11	13,1	13,0	12,9	13,0	13,0	13,0
16	14,95	14,75	14,6	14,45	14,35	14,3
21	16,9	16,75	16,75	16,75	16,75	16,9
26	19,2	19,25	19,25	19,35	19,35	19,5
31	21,1	21,2	21,35	21,4	21,5	21,5
36	22,35	22,45	22,55	22,6	22,65	22,7

Aus dieser Tabelle ergiebt sich Folgendes:

1) Der Werth *r* ist nicht constant, sondern wächst bis zu Ermüdungsstufe 21 und erfährt von da ab wieder eine Abnahme.

2) Die Veränderungen des Werthes *r* sind so geringfügig, dass die Ausgleichung der Ermüdung, wenn sie sich auf 11 Versuche beschränkt, im Allgemeinen keine erheblichen Irrungen veranlasst.

3) Die Uebereinstimmung der arithmetischen Mittel unter sich steht im umgekehrten Verhältnisse zur Zahl der Versuche,

auf welche das Ausgleichungsverfahren angewandt wird. Ich zeigte oben, dass, wenn die Ausgleichung auf sämmtliche 41 Fälle ausgedehnt wird, eine Abweichung $= -\frac{1}{28}$ vorkommt. Beschränkt man die Ausgleichung auf 11 Fälle, so ist beispielsweise auf der 2. Ermüdungsstufe die Abweichung = 13,1 – 13,0 = 0,1, also im Verhältniss zur Muskellänge $= \frac{1}{131}$.

4) Die durch das Ausgleichungsverfahren hergestellten Muskellängen entsprechen der theoretisch geforderten und durch den Grenzfall gegebenen Länge um so weniger, je mehr sich das alphabetische Zeichen, unter welchem sie notirt sind, von *a*, als dem Zeichen des Grenzfalles, entfernt.

Um dies in einem Beispiele zu zeigen, will ich für Ermüdungsstufe 16 die Differenz der beobachteten Längen von der des Grenzfalles berechnen und in ihrem Verhältniss zu letzterem angeben. Der relative Fehler ist dann für die gegebenen 6 Fälle:

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Fehler:	0,0	0,0134	0,0234	0,0334	0,0401	0,0435

Dieses Anwachsen des Fehlers nach dem Mittelfalle (*f*) hinwärts hat nichts Auffallendes, da der Gang der Ermüdung durch eine Curve repräsentirt wird. Denn da die Endpunkte dieser Curve in die beiden Grenzversuche fallen, so ist nichts einfacher, als dass ihre grösste Abweichung von der zwischen denselben Versuchen gedachten Geraden in der Mitte beider liege.

5) Die nach geschehener Ausgleichung verbleibenden Ungleichheiten der Ermüdung sind je nach den Ermüdungsstufen von verschiedener Grösse. Die Thatsache ergiebt sich aus der Betrachtung der Tabelle unmittelbar. Anlangend den Grund dieses Verhaltens, so liegt er in dem Umstande, dass die Werthe *v* Anfangs wachsen und nochmals abnehmen. Entnimmt man die zur Ausgleichung dienenden Versuche aus dem Theile der Reihe, wo die accelerirte Ermüdung in die retardirte übergeht, und benutzt den Versuch, in welchem der Uebergang erfolgt, zum Mittelfalle, d. h. zur Bestimmung der Ermüdungsstufe, so

ist diese Anordnung für die Gleichheit der arithmetischen Mittel die möglichst günstige. Die Versuche vor dem Mittelfalle geben zu kleine, die nach demselben zu grosse Werthe für die geforderten Muskellängen, und in den arithmetischen Mitteln heben sich die entgegengesetzten Fehler. Hierauf beruht es, dass auf der Ermüdungsstufe des 21. Versuches, welche dem Wendepunkte der Ermüdungscurve entspricht, die sämmtlichen Muskellängen fast gleiche Werthe haben.

Ueber Versuche, bei welchen ich den unbelasteten Muskel durch Inductionsschläge reizte, will ich nur summarisch berichten.

In einer Reihe von 170 Versuchen verlängerte sich der Hyoglossus des Frosches, und zwar unser Werth λ, nur um 4,5 Millim., und ist demnach $v = 0{,}027$. Diese Ermüdungszuwüchse sind im Verhältniss zur Länge des thätigen Muskels (im vorliegenden Falle = 41 Millim.) so klein, dass sie bei einer Versuchsreihe von 11 Fällen nicht in Betracht kommen können, und also die Anwendung des Ausgleichungsverfahrens vollständig rechtfertigen, wenn nicht von anderen Seiten her Schwierigkeiten entstehen.

Anlangend den Grund, warum Versuche mit Inductionsschlägen der Anwendung des Ausgleichungsverfahrens so viel günstiger sind als Versuche an tetanisirten Muskeln, so beruht derselbe auf zwei Umständen. Die Ermüdungsverlängerung v kann als eine zweigliederige Grösse betrachtet werden. Das eine Glied ist constant, das andere variabel, und ist daher letzteres nur ein Bruchtheil von v. Wird v wegen der Impotenz der Ermüdungsursachen sehr klein, wie dies bei Anwendung von Inductionsschlägen der Fall ist, so wird das variable Glied noch kleiner. Da nun die Ausgleichung nur in dem variablen Gliede von v ein Hinderniss findet, so muss sie auf Versuche, welche mit Anwendung von Inductionsschlägen gewonnen wurden, in weitem Umfange anwendbar sein. — Hierzu kommt zweitens, dass die erforderliche Constanz von v durch die Beständigkeit der Ermüdungsursachen bedingt ist. Wenn man einen Muskel durch Inductionsschläge reizt, so geht

die Ermüdungsursache eben nur von einem Schlage aus; wenn man dagegen tetanisirt, so ist die Ermüdungsursache in einer sehr grossen, aber schwerlich jemals gleichen Anzahl von Schlägen zu suchen.

Ich gehe nun zur Untersuchung des Ermüdungsganges in belasteten Muskeln über.

Versuchsreihe II.

Zum Versuche wurde ein Zungenmuskel von 28 Millim. Länge benutzt. Die Belastung war constant 10 Grm. Dieses Gewicht ist während der Ruhe des Muskels nicht unterstützt (a Methode) und expandirt daher den Muskel weit über seine natürliche Länge. Jede Reizung des tetanisirten Muskels dauert 3,75″, jede Pause 62,5″.

Versuch	Muskellänge ruhend Mm.	Muskellänge thätig Mm.	Versuch	Muskellänge ruhend Mm.	Muskellänge thätig Mm.
1	40,3	16,4	17	43,0	41,5
2	40,7	17,75	18	43,2	41,85
3	41,0	19,0	19	43,2	42,2
4	41,1	20,2	20	43,3	42,3
5	41,2	21,6	21	43,35	42,45
6	41,3	23,1	22	43,55	42,6
7	41,3	24,8	23	43,5	42,7
8	41,35	27,25	24	43,6	42,75
9	41,5	29,7	25	43,65	42,95
10	41,55	32,15	26	43,7	43,0
11	41,7	34,3	27	43,8	43,1
12	41,95	36,3	28	43,8	43,15
13	42,1	38,15	29	43,8	43,2
14	42,5	39,5	30	43,8	43,25
15	42,5	40,5	31	43,85	43,3
16	42,8	41,0			

Um den Gang der Ermüdung in dieser Versuchsreihe klar zu machen, werde ich wieder das Ausgleichungsverfahren anwenden, und auch wieder 11 Versuche auf eine Ermüdungsstufe bringen.

Gang der Ermüdung in Versuchsreihe II.

Ermüdungs-stufe	a	b	c	d	e	f
6	25,35	24,95	24,35	23,73	23,2	23,1
11	32,05	32,65	33,38	33,93	34,23	34,3
16	38,38	39,3	40,18	40,68	41,0	41,0
21	42,0	42,23	42,30	42,45	42,45	42,45
26	42,88	42,98	42,95	42,95	43,03	43,0

Diese Tabelle lehrt, dass der Fortschritt der Ermüdung im belasteten Muskel denselben Gesetzen folgt wie im unbelasteten. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Ermüdung im belasteten Muskel viel schneller fortschreitet. Dies hatten schon die am Kymographion gezogenen Schraubenlinien bewiesen.

Indem nun die Ermüdung viel schnellere Fortschritte macht, müssen auch die Ungleichheiten ihres Fortschrittes schon in einer geringen Anzahl von Versuchen merklich werden, oder was dasselbe sagt, sie müssen bei derselben Anzahl von Versuchen eine Ausgleichung der Ermüdungseffecte unsicherer machen.

Ich habe oben für den unbelasteten Muskel, und zwar für die Ermüdungsstufe des 16. Versuches gezeigt, in welchem Maasse die angeblich ausgeglichenen Ermüdungen von einander abweichen und habe das Verhältniss der Differenz zu der Länge des Muskels im Grenzfalle berechnet. Im Nachstehenden habe ich dasselbe für die Ermüdungsstufe des 16. Versuches der zweiten Versuchsreihe gethan. Die relativen Fehler für die bezüglichen 6 Fälle sind:

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Fehler:	0,0	0,024	0,047	0,060	0,068	0,068

Man kommt also schon auf Fehler von fast 7 pCt. und würde bei Anwendung schwererer Gewichte auf noch grössere kommen.

Die geringere Anwendbarkeit des Ausgleichungsverfahrens auf Versuche an belasteten Muskeln scheint, abgesehen von der rascheren Ermüdung noch einen zweiten Grund zu haben.

Wenn man Versuche an einem und demselben Muskel so anstellt, dass man ihn abwechselnd belastet und entlastet, so vermindern sich die Contractionen des belasteten Muskels rascher, als die des unbelasteten, oder mit anderen Worten: die Ermüdungsverlängerungen des belasteten Muskels wachsen schneller als die des unbelasteten. In einer nach diesem Principe ausgeführten Versuchsreihe hatte sich der Muskel im 23. Versuche, in welchem er belastet war, um 13,2 Mm. verlängert, im 24. Versuche dagegen, in welchem er unbelastet war, nur um 2,95 Mm. Es war also die Summe der Ermüdungsverlängerungen im 24. Versuche über 4 mal kleiner als im 23., woraus erhellt, dass ein Theil der Längenzuwüchse sich auf die Fälle der Belastung beschränkt, während ein anderer Theil derselben auf die nachfolgenden Versuche, welche am unbelasteten Muskel angestellt werden, übergeht.

Hiernach ist r im belasteten Muskel eine zweigliederige Grösse $= e + d$, und kann die Ausgleichung der Ermüdung nur dann gelingen, wenn beide Glieder wie die Ordnungszahlen der Versuche wachsen. Die Erfüllung dieser Bedingung ist bei der wesentlichen Verschiedenheit beider Glieder nicht vorauszusetzen.

Nach Weber's Ansicht ist der Theil der Ermüdungsverlängerung, welcher sich auf die Belastungsfälle beschränkt und welchen ich im Folgenden mit d bezeichne, als ein von der Abnahme der elastischen Kräfte bedingter Dehnungszuwachs zu betrachten. Bestätigt sich diese ziemlich wahrscheinliche Hypothese, so ist ein gleichmässiges, den Ordnungszahlen der Versuche proportionales Anwachsen der d Werthe um so weniger annehmbar.

Auch am belasteten Muskel bestätigt sich übrigens die Erfahrung, dass die Ausgleichung der Ermüdungsdifferenzen ungleich vollständiger gelinge, wenn man statt zu tetanisiren, einfache Inductionsschläge zum Reizen verwendet. Die Längen eines mit 6 Gramm belasteten Zungenmuskels wuchsen bei dieser Art zu reizen von Versuch 11—21 wie folgt:

25,85	25,80	26,00	26,00	26,00	26,05	25,90
25,95	26,00	26,00	26,05 Mm.			

Es waren also die Längenzuwüchse in den einzelnen Versuchen kleiner, als die von dem Experimentalverfahren abhängigen Fehler. Reducirt man die vorstehenden 11 Versuche auf die Ermüdungsstufe des 16., so erhält man folgende 6 Fälle:

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
25,95	25,90	26,00	25,98	25,95	26,05 Mm.

Das Resultat der Ausgleichung ist also ein höchst befriedigendes.

Ich werde erst weiter unten den Beweis führen können, dass die Ausgleichung der Muskelermüdung von *d* aus mehr behindert wird, als von *e* aus, und will mich jetzt der Frage zuwenden, wie der Gang der Ermüdung von den Ermüdungsursachen abhänge.

Auch hier wird vorläufig nur von der Ermüdung gehandelt, welche sich durch Verlängerung des thätigen Muskels zu erkennen giebt.

So wenig es vor der Hand möglich ist, die Ermüdungsverlängerungen als bestimmte Functionen bestimmter Ursachen darzustellen, so ist doch im Allgemeinen einleuchtend, dass mit dem Anwachsen der ursächlichen Momente auch die von ihnen bewirkten Verlängerungen irgend welche Zunahme erfahren müssen, womit denn weiter zusammenhängt, dass jede Veränderung in den Ermüdungsursachen eine Schwankung der Werthe *e* und *d* zur Folge haben müsse.

Von dieser einfachen Betrachtung ausgehend, scheint es mir, dass in Versuchsreihen, wo man mit verschiedenen Belastungen arbeitet, ein derartiges Combiniren der Versuche, wie es Weber zum Ausgleichen der Ermüdung vorgeschlagen, nur wenig Aussicht auf Erfolg habe. Unstreitig ermüdet eine grössere Last den Muskel mehr, als eine kleinere, und inwiefern die Ermüdung sich in einer Verlängerung des thätigen Muskels ausspricht, darf angenommen werden, dass *e* mit der Belastung wachse. Ist nun beim Wechsel der Belastung ein Sichgleichbleiben der Werthe *e* von vorn herein unmöglich, so ist auch die Anwendbarkeit der Ausgleichung, insofern sie die Constanz derselben voraussetzt, principiell unzulässig. Zwar kann die Ausgleichung der Ermüdung auch unter diesen Umständen zu brauchbaren Approximationen führen, aber ihr Gelingen ist

nur ein Zufälliges und hängt von dem nie vorauszusetzenden Glücksfalle ab, dass die Variation der Gewichte die Werthe v zu wenig ändert, um die Ausgleichung, die man bezweckt, wesentlich zu stören.

Ich will den Einfluss, welchen das Verändern der Belastung auf den Gang der Ermüdung und weiter auf die Resultate des Ausgleichungsverfahrens hat, zunächst allgemein darstellen.

Sei die Vergrösserung, welche die natürliche Länge eines thätigen aber unbelasteten Muskels durch je einen Versuch erleidet, $= e$, und die eines mit p belasteten Muskels $= e + e'$.

Seien ferner drei Versuche gegeben, von welchen der erste und dritte ohne Belastung des Muskels, der zweite mit p Belastung ausgeführt wurde. Unter diesen Umständen wird Folgendes stattfinden.

Im ersten Versuche hat der thätige Muskel eine Länge, welche durch die aus der Contraction resultirende Ermüdung bereits um e verlängert ist. Zieht man e von der durch die Beobachtung gegebenen Länge λ ab, so bleibt die Länge λ' übrig, als diejenige, welche der Muskel haben würde, wenn er durch den Versuch selbst nicht verlängert worden wäre.

Im zweiten Versuche hat der Muskel von vorn herein die Länge $\lambda' + e$, denn λ' als die ursprüngliche Länge des thätigen Muskels kommt ihm schlechthin zu, und e ist die von dem vorhergegangenen Versuche zurückgebliebene Verlängerung. Aber weiter bewirkt p die Ermüdungsverlängerung $e + e'$, folglich ist die Summe seiner Länge $= \lambda' + 2e + e' + D$, wenn D die von dem Gewicht abhängige Dehnung bedeutet.

Im dritten Versuche beginnt der Muskel mit der Länge $\lambda' + 2e + e'$. Denn nur die von dem Gewichte abhängige Dehnung D kann mit der Entlastung in Wegfall kommen und nicht der von p bewirkte Ermüdungseffect $e + e'$. Aber der dritte Versuch wird auch seinerseits einen Ermüdungseffect e hervorbringen, und folglich erhält man als Länge des thätigen Muskels $\lambda' + 3e + e'$.

Nun ist das arithmetische Mittel aus Versuch 1 und 3 $\lambda' + 2e + \frac{e'}{2}$, während die Länge im zweiten Versuche $= \lambda' + 2e$

$+ e' + D$ ist. Man sieht hieraus, dass die Ermüdung nicht ausgeglichen ist, vielmehr ist der Grenzfall (das arithmetische Mittel aus dem ersten und letzten Versuche) um $\frac{e'}{2}$ weniger ermüdet, als der Mittelfall.

Auch erhält man durch Subtraction des Grenzfalles vom Mittelfalle nicht D, wie Weber annimmt, sondern

$$\lambda' + 2e + e' + D - \left(\lambda + 2e + \frac{e'}{2}\right) = D + \frac{e'}{2}$$

also einen zu grossen Dehnungswerth.

Nach dieser allgemeinen Erörterung ist erstens durch Beobachtungen zu erweisen, dass der Werth e mit der Belastung wächst, und zweitens zu ermitteln, ob die Veränderung, welche e unter dem Einflusse der Belastung erleidet, so unbedeutend ist, dass die Vernachlässigung des Gliedes $\frac{e'}{2}$ unbedenklich scheine.

Versuchsreihe III.

Benutzt wird der Hyoglossus des Frosches von 30 Millim. Länge. Die Versuche werden nach der b Methode angestellt, d. h. ein unter dem Belastungsgewichte angebrachtes Tischchen verhindert, dass der Muskel je über das Maass seiner natürlichen Länge ausgedehnt wird. Bei Reizung des Muskels wird während 3,75″ tetanisirt, und von einem Versuche zum anderen 62,5″ pausirt.

In der nachstehenden Tabelle ist in der letzten Columne angegeben, wie viel der Muskel von einem Versuche zum anderen an Länge zunimmt. Ist jedoch der Muskel belastet worden, so wird der bezügliche Versuch übersprungen, und der im Intervall zweier Versuche entstandene Längenzuwachs angegeben. Man beachte, dass diese auf zwei Versuche bezügliche Ermüdungsverlängerung überall grösser als $2e$, d. h. um mehr als das Doppelte so gross als diejenige Verlängerung ist, die als Ermüdungseffect eines einzigen Versuches vorliegt.

Versuch	Belastung Grm.	Hubhöhe Mm.	Länge des thätigen Muskels. Mm.	Differenz
1	0	38,4	10,8	0,3
2	0	37,8	11,1	0,15
3	0	37,5	11,25	0,25
4	0	37,0	11,5	
5	20	20,0	20,0	1,45
6	0	34,1	12,95	0,1
7	0	33,9	13,05	0,15
8	0	33,7	13,15	
9	0	33,4	13,3	
10	20	7,5	26,25	0,9
11	0	31,6	14,2	0,25
12	0	31,1	14,45	0,2
13	0	30,7	14,65	0,3
14	0	30,1	14,95	
15	5	15	22,5	0,85
16	0	28,4	15,8	0,2
17	0	28	16	0,4
18	0	27,2	16,4	0,2
19	0	26,8	16,6	

Versuchsreihe IV.

Wiederum am Hyoglossus des Frosches von 30 Millim. Länge angestellt. Ueberhaupt sind die Bedingungen, unter welchen experimentirt worden, mit Ausnahme des Belastungs-gewichtes, dieselben, wie in der vorigen Reihe und bedürfen keiner speciellen Erwähnung.

Versuch	Belastung Grm.	Hubhöhe Mm.	Länge des thätigen Muskels Mm.	Differenz
1	0	37,4	11,3	0,25
2	0	36,9	11,55	
3	10	29,0	15,5	1,6
4	0	33,6	13,2	0,3
5	0	33	13,5	0,25
6	0	32,5	13,75	0,35
7	0	31,8	14,1	
8	10	19	20,5	1,05
9	0	29,7	15,15	
10	0	29	15,5	0,35
11	0	28	16	0,5
12	0	26,9	16,55	0,55

Man sieht leicht, dass meine Versuchsreihen in der Weise geordnet sind, dass sich aus den gegebenen Werthen e der Versuche ohne Belastung der unbekannte Werth e' eines Versuches mit Belastung mit grösster Approximation ableiten lasse.

Sei in drei auf einander folgenden Versuchen die Länge des Muskels $= l$, $l' + D$, l'', wo D eine durch ein Belastungsgewicht bewirkte Dehnung bedeutet. Sei ferner für den in der Mitte gelegenen, mit einem belasteten Muskel ausgeführten Versuch zwar die Summe $l' + D = L$, nicht aber der Werth ihrer beiden Glieder bekannt, so sind diese Werthe, wenn e angegeben, leicht zu bestimmen. Offenbar ist $l' = l'' - e$, denn es muss dem zweiten Versuche diejenige Ermüdungsverlängerung fehlen, welche der dritte Versuch hervorgebracht hat. Nun ist $D = L - (l'' - e)$.

Selbstverständlich lässt sich l' nicht aus l nach der Formel $l' = l + e$ ableiten, wenn, wie die Versuche beweisen, die Belastung des Muskels eine Vergrösserung des Werthes e beiläufig um e' hervorbringt. Wohl aber lässt sich die im ersten Versuche gefundene Länge l zur Ableitung des unbekannten e' benutzen.

Offenbar würde sein $l'' = l + 2e$, wenn die Belastung nicht einen neuen Zuschuss $= e'$ zur Ermüdungsverlängerung herbeigeführt hätte. Dieser Zuschuss ergiebt sich durch die Subtraction $l'' - (l + 2e)$, denn offenbar ist $l'' = l + 2e + e'$, wenn im zweiten Versuche in Folge der Belastung die Ermüdung $e + e'$ für e entstanden.

Ich will nun mit Benutzung der vierten Versuchsreihe untersuchen, welche Grösse e' annimmt. Da im Vorhergehenden schon gezeigt wurde, dass bei Anwendung des Ausgleichungsverfahrens die Länge l' um $\frac{e'}{2}$ unterschätzt, und die Dehnung D um $\frac{e'}{2}$ überschätzt wird, so ist der Nachweis des Werthes e' ausreichend zur Beurtheilung der Rechnungsfehler, welche mit eben diesem Verfahren entstehen müssen.

Benutzen wir aus Versuchsreihe IV. die Versuche 2, 3, 4, in welchen $l = 11{,}55$, $L = l' + D = 15{,}5$ und $l'' = 13{,}2$.

Nun sollte sein $l'' = l + 2e = 11{,}55 + 0{,}55 = 12{,}1$ Mm., wobei zu bemerken, dass ich den Werth $e = \frac{0{,}25 + 0{,}30}{2} = 0{,}275$ Mm. angenommen habe, weil die Ermüdungszuschüsse vor der Belastung $= 0{,}25$, dagegen nach der Belastung $= 0{,}3$ sind.

$l'' = 13{,}2$ ist durch Beobachtung gegeben, also ist $13{,}2 - 12{,}1 = 1{,}1 = e'$, wo e' das Plus der Ermüdungsverlängerung bezeichnet, welches in Folge der Belastung im zweiten Versuche producirt wird. Nun ist l' im zweiten Versuche

$$= 11{,}55 + 0{,}275 + 1{,}1 = 12{,}925.$$

Also, da $L = 15{,}5$, $D = 15{,}5 - 12{,}925 = 2{,}57$.

Untersuchen wir jetzt, welche Werthe das Ausgleichungsverfahren für l' und D liefert. Ihm zufolge wäre $l' = \frac{11{,}55 + 13{,}2}{2} = 12{,}38$ Mm. Da aber l' erwiesenermaassen $= 12{,}93$, so ist es um $0{,}55$ Mm. $= \frac{e'}{2}$ unterschätzt. Führt nun die Ausgleichung auf $l' = 12{,}38$, so wäre, weil $L - l' = D$,

$$15{,}5 - 12{,}38 = 3{,}12 = D.$$

Nun war aber die Dehnung $= 2{,}57$ Mm., und folglich ist dieselbe um $0{,}55 = \frac{e'}{2}$ überschätzt.

Der absolute Fehler = 0,55 Mm. giebt für die Länge des thätigen Muskels einen relativen Fehler von $^1/_{23}$ und für die Dehnung einen relativen Fehler von $^1/_5$. So grosse Abweichungen von den wahren Werthen würden bei Behandlung feinerer Fragen nicht vernachlässigt werden dürfen.

Wie viel die Vermehrung der Belastung des Muskels den Werth e steigere, hängt einerseits von noch ganz dunkeln Verhältnissen der Reizbarkeit ab, andererseits von der Methode der Versuche. Die b Methode, bei welcher das Belastungsgewicht von unten her in der Weise unterstützt ist, dass der Muskel keine Verlängerung über sein natürliches Maass erfahren kann, bedingt kleinere Werthe für e' als die a Methode, bei welcher eine derartige Stütze fehlt. Als Beleg hierzu diene folgende Versuchsreihe.

Versuchsreihe V.

Die Länge des Hyoglossus beträgt 33 Millim., die Dauer des Reizes 3″, die Dauer der Pause 50″, das Belastungsgewicht constant 10 Gramm. Mit den Versuchsmethoden a und b wird gewechselt, wie in der Tabelle angegeben. Nennt man die von einem b Versuche ausgehende Ermüdungsverlängerung e und die durch einen a Versuch bedingte $e + e'$, so ergiebt sich aus der Versuchsreihe $e = 0,625$, $e + e' = 1,042$ und $\lambda' = 19,375$. Mit Hülfe dieser Werthe habe ich die in den letzten Columnen der nachstehenden Tabelle notirten Muskellängen berechnet.

Versuch	Versuchsmethode	Länge des Muskels ruhend Mm.	thätig Mm.	berechnet Mm.
1	b	33	20,0	20,0
2	b	33	20,65	20,63
3	b	33	21,2	21,25
4	b	33	21,75	21,88
5	a	38,5	22,65	22,92
6	b	33,25	23,00	23,54
7	a	38,7	24,15	24,58
8	b	33,15	24,5	25,21
9	a	38,8	26,0	26,25
10	b	33,25	26,5	26,88
11	b	33,0	27,5	27,5

Obschon die berechneten und beobachteten Muskellängen von einander abweichen, so sind doch diese Abweichungen nicht grösser, als sie in einer Reihe von 11 Versuchen an belasteten Muskeln gewöhnlich vorkommen, und bei der Veränderlichkeit der Werthe e und e' vorkommen müssen. Wenn mit Rücksicht hierauf die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und gefundenen Längen eine vollkommen befriedigende ist, so ergiebt sich aus der Differenz der in Rechnung gebrachten Ermüdungsverlängerungen, dass diese bei Anwendung der a Methode weit mehr in's Gewicht fallen, als bei Anwendung der b Methode.[1])

Erinnert man sich nun, dass die mit Hülfe des Ausgleichungsverfahrens berechneten Werthe λ und D um $\frac{e'}{2}$ vom Wahren abweichen, so sollte man meinen, dass dieses Verfahren bei Anwendung der a Methode zu grossen Fehlern führen müsse. Dies ist jedoch nicht nothwendig der Fall, vielmehr tritt häufig das Gegentheil ein, die Ausgleichung wird genauer.

Der Grund dieses paradoxen Verhaltens liegt nicht in einem Vorzuge, sondern in einem Fehler der a Methode. Dieselbe bedingt, wie schon bemerkt, eine Reckung des Muskels, und die im Uebermaass verlängerten Fasern können, auch nach Entfernung des Gewichtes, nicht sofort ihre natürliche Länge wieder annehmen. Macht man nach dem a Versuche ein Experiment am unbelasteten Muskel, so nimmt dieser im Momente der Verkürzung eine Länge an, welche um δ, d. h. um den Werth einer nachhaltigen Dehnung zu gross ist.

Für das Vorkommen solcher Dehnungsreste spricht ganz unwiderleglich der Umstand, dass auf den a Versuch sehr häufig eine negative Differenz folgt. Bedenkt man, dass die Differenzen nichts anderes bedeuten, als den Längenüberschuss des mehr ermüdeten Muskels über den minder ermüdeten, so ist einleuchtend, dass eine negative Differenz an sich unmöglich

---

1) Beiläufig bestätigt der hohe Werth von $e + e'$ die vorwiegende Länge der a Muskeln im Vergleich zu den b Muskeln, ein Vorkommniss, welches ich trotz Weber's wiederholten Einsprüchen für ein in der Natur der Dinge begründetes erklären muss.

ist. Als mir der negative Werth der Differenz zum ersten Male vorkam, hielt ich ihn für das Zeichen eines zufälligen Versuchsfehlers, und ich habe im Verfolge meiner Untersuchung nicht unterlassen, diese allerdings mögliche Erklärung der Sache genau zu prüfen.

Die negativen Differenzen sind nicht zufällige, sondern durch die Natur der a Methode bedingte Versuchsfehler. Dies beweisen folgende Umstände: 1) dass die negativen Differenzen nirgends sonst als unmittelbar hinter dem a Versuche vorkommen, hier aber sehr häufig; 2) dass die negativen Differenzen nach Anwendung grosser Belastungsgewichte am häufigsten auftreten; 3) dass die dem a Versuche folgenden Differenzen, auch wo sie positiv sind, das Vorhandensein einer nachhaltigen Dehnung durch ihre ganz aus der Reihe fallende Kleinheit und ihr allmähliges Wachsthum im Verlauf der Reihe, wo sie abnehmen sollten, zu beweisen pflegen.

Ich will nun den Einfluss, welchen die nachhaltige Dehnung δ auf die Ausgleichung der Ermüdung ausübt, im Allgemeinen zeigen. Seien drei Versuche gegeben, der erste und dritte mit einem unbelasteten, der zweite mit einem belasteten Muskel, nach der a Methode angestellt. Dann wächst, unter Voraussetzung, dass die im zweiten Versuche entstandene Ueberdehnung nicht vollständig verschwunden, die Länge des thätigen Muskels wie folgt:

Versuch 1. $\lambda' + e$
Versuch 2. $\lambda' + 2e + e' + D$
Versuch 3. $\lambda' + 3e + e' + \delta$

Das arithmetische Mittel aus Versuch 1 und $3 = \lambda' + 2e + \frac{e'}{2} + \frac{\delta}{2}$.

Der Rest, den man erhält, wenn man die durch das arithmetische Mittel gewonnene Länge von der im zweiten Versuche gewonnenen abzieht und welcher der am Belastungsgewichte hervorgebrachten Dehnung D auf der Ermüdungsstufe des zweiten Versuches gleichen soll, ist

$$\lambda' + 2e + e' + D - \left(\lambda' + 2e + \frac{e'}{2} + \frac{\delta}{2}\right) = D + \frac{e'}{2} - \frac{\delta}{2}.$$

Es wird also $\frac{e'}{2}$ um $\frac{\delta}{2}$ verkleinert, und wenn $\delta = e'$, gänz-

lich beseitigt. Nach früher Erwiesenem ist aber $\frac{e'}{2}$ der Fehler, auf welchen man kommt, wenn man mit Hülfe der arithmetischen Mittel die Ermüdung auszugleichen sucht, und aus den so ausgeglichenen Längen die Dehnung berechnet. Hiermit bestätigt sich, dass ein Fehler der Versuchsmethode, specieller die um δ gefälschte Länge des thätigen Muskels im dritten Versuche, dem Resultate der Ausgleichungsrechnung zu Gunsten ausfallen kann.

Die nachstehende Versuchsreihe giebt die Erläuterung zum Vorstehenden.

Versuchsreihe VI.

Benutzt wird ein Zungenmuskel des Frosches von 24 Mm. Länge. Tetanisirt während der Dauer von 5″ und zwischen je zwei Versuchen pausirt 62,5″. Bei Belastung des Muskels wird die a Methode in Anwendung genommen.

Versuch	Belastung Mm.	Länge des thätigen Muskels Mm.	Differenz
1	0	10,75	0,35
2	0	11,1	0,40
3	0	11,5	0,25
4	0	11,75	0,20
5	0	11,95	0,15
6	0	12,1	0,15
7	0	12,25	
8	20	24,25	1,75
9	0	14,0	−0,05
10	0	13,95	0,05
11	0	14,0	0,15
12	0	14,15	0,25
13	0	14,4	0,15
14	0	14,55	0,20
15	0	14,75	

Es sei gestattet, mit einer Kritik der Versuchsreihe zu beginnen.

Die enorme Differenz zwischen Versuch 7 und 9 = 1,75 beweist wieder, dass die Ermüdung in Folge der Belastung einen ansehnlichen Sprung gemacht, was im voraus einen hohen Werth e' andeutet. — Im Uebrigen zeigen die Differenzen der ersten 7 Versuche, dass die Ermüdung nur zwischen Versuch 1 und 2 eine accelerirte war und von da ab bereits langsam abnimmt. Diese Abnahme erfolgt ziemlich regelmässig und hat nichts Anstössiges. Dagegen sind die Differenzen der zweiten Versuchshälfte, insofern sie wachsen, mit dem Ermüdungsgesetze in Widerspruch. Die Zunahme der Differenzen ist das Zeichen einer accelerirten Ermüdung, und das Ermüdungsgesetz besagt, dass die Acceleration der Ermüdung stets in die erste Hälfte der Versuchsreihe falle und dass die Retardation ihr folge.

Die dem a Versuche folgenden Differenzen sind also unzweifelhaft falsch, und folglich sind die Muskellängen, aus denen sie abgeleitet wurden, auch falsch. Ich nehme an, die Fälschung beruhe darauf, dass die im a Versuche entstandene gewaltsame Dehnung nicht sofort wieder verschwinde, sondern auch in den nächstfolgenden Versuchen mit einem gewissen Reste verbleibe, und folglich die Muskellängen um den Werth dieses Restes, unser δ, vergrössere. Als Hauptbeweis für die Richtigkeit dieser Ansicht betrachte ich den Umstand, dass die Länge des thätigen Muskels in Versuch 9 eben so lang als in Versuch 11, und sogar länger als in Versuch 10 ist, da sie doch mit Rücksicht auf das Minus der Ermüdung kleiner, und wie sich aus der Betrachtung des vorliegenden Ermüdungsganges im Grossen und Ganzen ergiebt, merklich kleiner sein sollte.

Gehen wir nach diesen Vorbemerkungen zur Berechnung der Dehnung über.

Benutzt man zur Ausgleichung der Ermüdung die Versuche 7, 8, 9, so ist das arithmetische Mittel der Grenzversuche 13,13, und würde dies die Länge sein, die dem Muskel auf der Ermüdungsstufe des 8. Versuches zukäme, wenn er nicht

belastet wäre. Nun hat er aber in Folge der Belastung die Länge 24,25, und folglich ist $24,25 - 13,13 = 11,12 = D$, oder die von dem Belastungsgewicht = 20 Gr. auf dieser Ermüdungsstufe erzeugte Dehnung.

Es soll nun geprüft werden, in wie weit diese nach Weber's Angabe berechnete Dehnung dem wahren Werthe entspreche.

Ich will mit Rücksicht auf diejenigen, welche meine Ansichten über die aus der a Methode entspringenden Versuchsfehler nicht theilen sollten, zunächst die gefundenen Muskellängen als zuverlässig annehmen und mit diesen rechnen.

Die nächste Aufgabe ist e' zu finden. Gegeben ist $e = 0,15$ Mm. durch den Längenzuwachs von Versuch 5 bis 7. Wäre der Ermüdungszuwachs durch die Belastung des Muskels mit 20 Gramm nicht erhöht worden, so müsste die Länge im 9. Versuche sein $= \lambda\,(7) + 2e$, wo $\lambda\,(7)$ die im 7. Versuche gefundene Länge bedeutet,[1]) $= 12,25 + 0,3 = 12,55$. Gefunden wurde $\lambda\,(9) = 14,0$ Mm., also ist

$$e' = 14,0 - 12,55 = 1,45 \text{ Mm.}$$

Nun lässt sich die Länge berechnen, welche der Muskel im 8. Versuche haben müsste, wenn er nicht belastet wäre, denn dieselbe müsste sein $= \lambda\,(7) + e + e' = 12,55 + 0,15 + 1,45 = 13,85$ Mm. Gefunden wurde $\lambda\,(8) = 24,25$, folglich ist $24,25 - 13,85 = 10,40 = D'$, d. h. der wahre Werth der Dehnung in Versuch 8, vorausgesetzt, dass die empirischen Unterlagen der Rechnung richtig sind.

Dann wäre $D - D' = 11,12 - 10,40 = 0,72 = \frac{e'}{2}$. Der relative Fehler des mit Hülfe der arithmetischen Mittel berechneten Werthes von D betrüge dann $^1/_{19}$.

Ganz anders stellt sich dagegen die Rechnung, wenn die in Beobachtung 9 und 10 gefundenen Längen unrichtig, und zwar um den Werth eines vom a Versuche abhängigen Dehnungsrestes zu gross sind.

Die nächste Aufgabe ist wieder e' zu finden. Offenbar ist

1) Analoger Weise bezeichne ich mit λ (9) die im 9. Versuche gefundene Länge u. s. w.

der Längenunterschied zwischen der 11. und 5. Beobachtung von der in 6 Versuchen entstandenen Ermüdungsverlängerung abhängig, welche ihrerseits wieder von 5 Versuchen mit einem unbelasteten und einem belasteten Muskel abhängt. Daher

$$14{,}0 - 11{,}95 = 2{,}05 = 6e + e' \quad \text{(Gl. I.)}.$$

In entsprechender Weise ergiebt sich aus Versuch 7 und 11

$$14{,}0 - 12{,}25 = 1{,}75 = 4e + e' \quad \text{(Gl. II.)}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen entwickelt man

$$e = 0{,}15 \text{ und } e' = 1{,}15 \text{ Mm.},$$

wobei zunächst schon ganz interessant ist, dass der berechnete Werth $e = 0{,}15$ derselbe ist, welcher sich aus den vor dem a Versuche angestellten Versuchen durch Berechnung der Differenzen ergeben hatte, während er zu den nach dem a Versuche gefundenen Differenzen, die ich für falsch und zwar für zu klein erkläre, nicht passt, sondern zu gross ist.

Wir können, nachdem wir e und e' ermittelt haben, die Längen sämmtlicher Versuche, von 5 bis 11, berechnen, und erhalten dadurch das Mittel, auch die Dehnung D zu bestimmen.

Es müssen nämlich sein die Muskellängen

			berechnet	gefunden
in Vers.	$5. = \lambda(5)$	=		11,95
„ „	$6. = \lambda(5) + e$	=	12,1	12,1
„ „	$7. = \lambda(5) + 2e$	=	12,25	12,25
„ „	$8. = \lambda(5) + 3e + e' + D''$	=	$13{,}55 + D''$	24,25
„ „	$9. = \lambda(5) + 4e + e' + \delta$	=	$13{,}7 + \delta$	14,0
„ „	$10. = \lambda(5) + 5e + e' + \delta'$	=	$13{,}85 + \delta'$	13,95
„ „	$11. = \lambda(5) + 6e + e'$	=	14,0	14,0

Nun ergiebt sich aus den vorliegenden Gleichungen $D'' = 10{,}7$ Mm., $\delta = 0{,}3$ Mm. und $\delta' = 0{,}1$ Mm. Das Ausgleichungsverfahren hatte gegeben: $D = 11{,}12$ als Werth der Dehnung. Dieselbe ist aber $= D'' = 10{,}7$ und beträgt also der Unterschied $D - D'' = 11{,}12 - 10{,}7 = 0{,}42 \text{ Mm.} = \frac{e'}{2} - \frac{\delta}{2} = 0{,}57 - 0{,}15 = 0{,}42$ Mm. Dieser Unterschied ist der aus jenem Verfahren resultirende Rechnungsfehler, und verhält sich derselbe zur Grösse der wirklichen Dehnung D'' wie $^1/_{20}$.

Der Fehler ist also, wenn die Beobachtungen durch eine nachhaltige Dehnung = δ gefälscht sind, kleiner, als wenn sie richtig sind.

Versuchsreihe VII.

Der Versuch ist am Geniohyoideus des Frosches von 23 Mm. Länge ausgeführt. Das Tetanisiren bei Reizung des Muskels dauert 5″, die Pause zwischen je zwei Versuchen 62,5″. Die Belastung ist nach der a Methode ausgeführt.

Versuch	Belastung Gr.	Länge des thätigen Muskels Mm.	Differenz
1	0	6,35	0,6
2	0	6,95	0,4
3	0	7,35	0,4
4	0	7,75	0,6
5	0	8,35	0,45
6	0	8,8	0,75
7	0	9,55	
8	30	31,4	2,8
9	0	12,35	0,15
10	0	12,5	0,25
11	0	12,75	0,25
12	0	13,0	0,25
13	0	13,25	0,25
14	0	13,5	0,30
15	0	13,8	
16	30	33,8	1,55
17	0	15,35	−0,2
18	0	15,15	0,15
19	0	15,3	0,20
20	0	15,5	0,20
21	0	15,7	0,25
22	0	15,95	0,30
23	0	16,25	

Der Gang der Differenzen zeigt wie in der vorigen Reihe alle die Ungehörigkeiten, welche auf eine Fälschung der Muskellängen in Folge des a Versuches, und namentlich auf eine Verlängerung derselben hinweisen. Dass eine solche wirklich stattfinde, kann mit Hülfe des Ausgleichungsverfahrens selbst erwiesen werden.

Wir wollen dasselbe auf die Versuche 5 bis 11 anwenden und die Resultate der Rechnung mit denen vergleichen, die sich ergeben, wenn man dieselben Versuche, also ebenfalls 5 bis 11, aus der ersten Versuchsreihe am unbelasteten Muskel ausgleicht. Ist nämlich richtig, was ich behaupte, dass die nach dem a Versuche beobachteten Muskellängen durch eine nachhaltige Dehnung gefälscht und vergrössert sind, so muss die Ausgleichung in einer Versuchsreihe, in welcher ein a Versuch den Mittelfall abgiebt, merklich ungünstigere Resultate ergeben, als die Ausgleichung einer Versuchsreihe, in welcher die vom a Versuche ausgehenden Störungen nicht vorgekommen.

Die Ausgleichung der 7 Versuche, vom 5. bis 11., giebt 4 vergleichbare Fälle, die ich für den unbelasteten Muskel (aus Versuchsreihe I.) mit a, b, c, d, für den belasteten (aus Versuchsreihe VIII.) mit a', b', c', d' bezeichne. Natürlich ist dann d' der Fall, in welchem der a Versuch vorgenommen wurde, und c' das arithmetische Mittel, welches den unmittelbar nach dem a Versuche angestellten Versuch includirt. Insofern nun gerade dieser Versuch am meisten gefälscht und die in demselben beobachtete Länge merklich vergrössert sein soll, muss $c' - a'$ einen positiven Unterschied von erheblicher Grösse ergeben. Die Rechnung ergiebt folgende Werthe:

A. für den unbelasteten Muskel

a	b	c	d
12,35	12,3	12,25	12,1

B. für den Muskel, welcher im 8. Versuche (unter d) ausnahmsweise belastet worden

a'	b'	c'	d'
10,55	10,65	10,95	31,4

Nun ist $c - a = -0,1$; relativer Fehler $= -\frac{1}{123}$; und $c' - a'$

$= 0{,}4$; relativer Fehler $= \frac{1}{26}$. Ein Ergebniss, welches die von mir aufgestellte Behauptung vollkommen bestätigt.

Ich gehe nun zur Berechnung der Dehnung im 8. Versuche über.

Bei Benutzung von Versuch 5 und 11 gewinnt man die Gleichung

$$12{,}75 - 8{,}35 = 4{,}4 = 6e + e' \text{ (Gl. I.)};$$

bei Benutzung von Versuch 7 und 11 die Gleichung

$$12{,}75 - 9{,}55 = 3{,}2 = 4e + e' \text{ (Gl. II.)}.$$

Aus diesen Gleichungen ergiebt sich zunächst

$$e = 0{,}6 \text{ und } e' = 0{,}8.$$

Mit Hülfe dieser Werthe sind dann in oben erörterter Weise sowohl die Dehnung D' als die nachhaltige Dehnung δ zu entwickeln und ergiebt sich $D' = 20{,}45$ und $\delta = 0{,}8$.

Nun habe ich oben erwiesen, dass die mit Hülfe des Ausgleichungsverfahrens berechnete Dehnung D, wenn eine nachhaltige Dehnung δ sich geltend macht, um $\frac{e'}{2} - \frac{\delta}{2}$ vom wirklichen Werthe abweicht, und dass also, wenn $e' = \delta$, eine Abweichung nicht stattfinden, also $D = D'$ sein werde. Im vorliegenden Falle ist aber $e' = \delta = 0{,}8$. Berechnen wir mit Hülfe des Ausgleichungsverfahrens die Dehnung aus Versuch 7, 8, 9, so ist das arithmetische Mittel der Grenzversuche $= 10{,}95$, und weil die Länge in Versuch 8 = 31,4 Mm., ist $D = 31{,}4 - 10{,}95 = 20{,}45 = D'$. —

Anlangend die Dehnung in Versuch 16, so ergeben sich aus Benutzung der Versuche 13 und 19 einerseits und 15 und 19 andererseits die Gleichungen

$$2{,}05 = 6e + e' \text{ (Gl. I.)}$$

$$1{,}5 = 4e + e' \text{ (Gl. II.)}$$

$$\text{wonach } e = 0{,}275 \text{ und } e' = 0{,}4,$$

$$\text{und weiter } D' = 19{,}325, \text{ dagegen } \delta = 0{,}6.$$

Nach allem Vorausgehenden muss nun das Ausgleichungsverfahren für die Dehnung den Werth $D + \frac{e'}{2} - \frac{\delta}{2}$ ergeben, und da $\frac{e'}{2} - \frac{\delta}{2} = -0{,}1$, muss D um 0,1 kleiner ausfallen als D', wie sich beim Nachrechnen bestätigt.

Es ist wohl überflüssig, die Beispiele zu häufen, obschon ich dazu die Mittel besitze; dagegen scheint es angemessen zu bemerken, dass ich das von mir angewandte Rechnungsverfahren nicht für ein absolut richtiges ausgebe. Dies kann es schon darum nicht sein, weil es von der Voraussetzung ausgeht, dass innerhalb der Grenzen von 11 auf einander folgenden Versuchen die Ermüdung wie die Ordnungszahlen der Versuche wachse. Diese Voraussetzung ist nicht ganz genau. Da indess unter den 11 in Anwendung genommenen Versuchen 10 am unbelasteten Muskel ausgeführt sind, so kann die Unzulässigkeit der Voraussetzung nur ausserordentlich unbedeutende Fehler bedingen, und wohl zu merken nur Fehler, welche bei dem Ausgleichungsverfahren, insofern es von derselben Voraussetzung ausgeht, in gleicher Grösse auftreten. Mit Rücksicht hierauf wird das von mir vorgeschlagene Rechnungsverfahren immerhin die Bedeutung einer Controle der von Weber unternommenen Ausgleichung behalten.

Eine zweite, wohl ebenfalls unbedeutende, Fehlerquelle liegt in dem Umstande, dass ich den letzten von mir in Rechnung gebrachten Versuch als einen vom Einflusse der nachhaltigen Dehnung unabhängigen betrachte. Diese Annahme könnte unter Umständen unrichtig sein.

Nach allem Vorausgegangenen ist leicht zu übersehen, welchen Verlauf die Ermüdung nehmen müsse, wenn wir das Belastungsgewicht statt einmal mehrere Male wechseln. Offenbar muss mit jeder Vermehrung des Belastungsgewichtes die Ermüdungsverlängerung einen Zuwachs erhalten, und immer wird die ganze Summe der zum Gliede c gehörigen Verlängerungen, welche frühere Versuche bewirkten, auf den nächstfolgenden Versuch übergehen.

Nehmen wir an, es werde mit drei Gewichten operirt, mit p, p', p'', von welchen $p' > p$ und $p'' > p'$. — Sei die von p bedingte Verlängerung jedes Versuchs $= e$, die von p' bedingte $= e + e'$ und die von $p'' = e + e' + e''$. Nehmen wir ferner an, es seien 5 Versuche gegeben, in welchen die Versuche nach der Weber'schen Vorschrift geordnet sind, so wird, wenn λ'

die Länge des thätigen Muskels, abstrahirt von jeder Ermüdung, bedeutet, die Veränderung der Muskellängen in nachstehender Weise erfolgen.

Versuch	Belastung	Muskellänge
1	p	$\lambda' + e$
2	p'	$\lambda' + 2e + e'$
3	p''	$\lambda' + 3e + 2e' + e''$
4	p'	$\lambda' + 4e + 3e' + e''$
5	p	$\lambda' + 5e + 3e' + e''$

Von den durch die verschiedenen Belastungsgewichte bewirkten Dehnungen ist in dieser Darstellung vorläufig abgesehen worden. Unterwirft man die vorstehenden 5 Versuche dem Ausgleichungsverfahren, so erhält man die 3 folgenden arithmetischen Mittel:

a	b	c
$3e + \frac{3}{2}e' + \frac{e''}{2}$	$3e + 2e' + \frac{e''}{2}$	$3e + 2e + e''$.

Hieraus ergiebt sich, dass die arithmetischen Mittel sich nicht auf derselben Ermüdungsstufe befinden, denn es ist

$$b - a = \tfrac{1}{2}e'$$
$$c - b = \tfrac{1}{2}e''$$
$$c - a = \tfrac{1}{2}e' + \tfrac{1}{2}e''$$

d. h. je stärker der Muskel belastet war, um so mehr ist er ermüdet, trotz der Ausgleichung.

Ich werde nun eine Versuchsreihe mittheilen, welche die Richtigkeit dieser Behauptungen nachweist.

Versuchsreihe VIII.

Benutzt wurde der Geniohyoideus des Frosches von 25 Mm. Länge. Die Dauer der Reizung beträgt 3,75″, die Dauer der Pausen 62,5″. Als Belastungsgewichte dienen 0 Gr., 4 Gr., 8 Gr., und werden dieselben nach Erforderniss der b Methode gestützt.

Versuch	Belastung Gr.	Länge des Muskels während der Thätigkeit Mm.	Differenz
1	0	12,85	0,15
2	0	13,00	0,20
3	0	13,2	0,35
4	0	13,55	
5	4	18,2	1,45
6	0	15,0	0,40
7	0	15,4	0,30
8	0	15,7	0,45
9	0	16,15	
10	8	24,65	1,70
11	0	17,85	0,35
12	0	18,2	0,35
13	0	18,55	0,30
14	0	18,85	
15	4	24,9	1,4
16	0	20,25	0,50
17	0	20,75	0,20
18	0	20,95	0,05
19	0	21,00	

Um nun zu zeigen, dass sich die Längen der Muskeln nach der oben angegebenen Gesetzlichkeit verändern, sind vor Allem die Werthe λ', e, e' und e'' zu suchen, wo λ' wieder die Länge des Muskels vor aller Ermüdung bedeutet.

Es ergiebt sich e aus der Columne der Differenzen. Wenn man sämmtliche Differenzen, mit Ausnahme derer, welche sich auf ein doppeltes Interwall beziehen, und welche den Einfluss der Belastung kenntlich machen, addirt, und die erhaltene Summe mit der Zahl der bezüglichen Versuche dividirt, so erhält man e, d. h. die Verlängerung, welche der unbelastete thätige Muskel in Folge der Anstrengung eines Versuches erlitten hat. Die Summe der Differenzen ist 3,6 Mm., die Zahl der zugehörigen Versuche 12, also $e = 0,3$.

Mit diesem Werthe findet man $e' + e''$ aus Versuch 6 und 14.
Es ist $18{,}85 - 15 = 3{,}85 = 8e + e' + e''$

$$1{,}45 = e + e'' \quad \text{(Gl. I.)}$$

Ferner nach Versuch 1 und 19

$$21 - 12{,}85 = 18e + 3e' + e''$$

$$2{,}75 = 3e' + e'' \quad \text{(Gl. II.)}.$$

Durch Subtraction der ersten Gleichung von der zweiten

$$1{,}3 = 2e'$$

$$e' = 0{,}65 \text{ Mm.}$$

und daher aus Gleichung I., wenn man den nun bekannten Werth für e' einführt, $e'' = 0{,}8$ Mm.
Endlich ist $\lambda' = 12{,}85 - 0{,}3 = 12{,}55$.

Soll nun die Länge des thätigen Muskels im $n$ten Versuche, und zwar abgesehen von einer etwa vorhandenen Dehnung, berechnet werden, so findet man dieselbe mit Hülfe der Formel

$$\lambda\,(n) = \lambda' + ne + n'e' + n''e''$$

wo n die Ordnungszahl des in Frage gestellten Versuchs, dagegen n' und n'' die Zahl der Fälle bezeichnet, in welchen der Muskel mit p', respective p'', belastet gewesen.

In der nachstehenden Tabelle sind die berechneten und gefundenen Werthe neben einander gestellt, auch die Dehnung angegeben.

Versuch	Länge des Muskels berechnet Mm.	Länge des Muskels gefunden Mm.	Dehnung Mm.
1	12,85	12,85	—
2	13,15	13,0	—
3	13,45	13,2	—
4	13,75	13,55	—
5	14,70	18,2	3,50
6	15,00	15,00	—
7	15,30	15,40	—
8	15,60	15,7	—
9	15,90	16,15	—
10	17,65	24,65	7,0
11	17,95	17,85	—
12	18,25	18,20	—
13	18,55	18,55	—
14	18,85	18,85	—
15	19,80	24,9	5,1
16	20,10	20,25	—
17	20,40	20,75	—
18	20,70	20,95	—
19	21,00	21,00	—

Die berechneten Längen sind also den gefundenen nicht vollkommen gleich, aber die kleinen Differenzen beruhen ausschliesslich darauf, dass wir beim Rechnen e als constant $= 0,3$ annehmen, während es in geringem Grade variabel ist. Man vergleiche die Summe der wirklichen Ermüdungsverlängerungen, welche ein Muskel im $n$ten Versuche erfahren, sie sei nE, mit der Summe der ihm angerechneten Verlängerung ne, so wird man finden, dass $nE - ne = l(n) - l'(n)$, wenn l die gefundene und l' die nach meiner Angabe berechnete Länge des Muskels im $n$ten Versuche ist.

Als Beispiel diene Versuch 4. In diesem ist $nE = 13,55 - 12,85 = 0,7$, und $ne = 13,75 - 12,85 = 0,9$. Daher $nE - ne = -0,2$. Es ist aber $l(n) - l'(n) = 13,55 - 13,75$, also ebenfalls $= -0,2$.

Wenn nun die von mir aufgestellte Formel, abgesehen von den eben erwähnten Abweichungen, den Beobachtungen Genüge leistet, so ist in derselben nichts angreifbar als die vorausgesetzte Beständigkeit der Ermüdungsverlängerungen, eine Voraussetzung, welche sie mit der Weber'schen Rechnung gemein hat. Hieraus fliesst dann weiter, dass die Ermüdung ungleich belasteter Muskeln, auch nachdem die Ausgleichung derselben vorgenommen worden, ungleich bleibt, und dass die nach Vornahme der Ausgleichung berechneten Dehnungen mit den durch meine Formel bezeichneten Fehlern behaftet sind.

Versuchsreihe IX.

Die Versuchsreihe, welche ich in nachstehender Tabelle mittheile, ist nichts anderes als die Fortsetzung der vorigen, und sind sogar die 4 letzten Versuche der 8. Reihe in die 9. hinüber genommen, so dass sie die 4 ersten Versuche in dieser bilden. Daher sind auch die Versuchsbedingungen, mit Ausnahme einer, absolut dieselben wie oben, und besteht der einzige Unterschied darin, dass ich diesmal die Belastungsgewichte nicht stütze, also die a Methode anwende.

In der That hat die Mittheilung der nachstehenden Versuche nur den Zweck, den Einfluss dieser Methode auf den Ermüdungsfortschritt klar zu machen, und werden also die beiden Reihen VIII. und IX. zu vergleichen sein, wenn man

über den relativen Einfluss beider Methoden auf die Ermüdung sich unterrichten will.

Versuch	Belastung Gr.	Länge des Muskels ruhend Mm.	Länge des Muskels thätig Mm.	Differenz
1	0	25	20,25	0,5
2	0	25	20,75	0,2
3	0	25	20,95	0,05
4	0	25	21,0	
5	4	33,25	30,5	2,6
6	0	29,6	23,6	0,05
7	0	27,25	23,65	0,10
8	0	27,2	23,75	0,25
9	0	27,15	24,0	
10	8	36,4	35,7	1,9
11	0	30,3	25,9	— 0,4
12	0	28,5	25,5	0,1
13	0	28,35	25,6	0,05
14	0	28,35	25,65	
15	4	34,75	32,25	1,25
16	0	30,5	26,9	— 0,6
17	0	29,0	26,3	— 0,05
18	0	28,65	26,25	0,1
19	0	28,5	26,35	

Betrachten wir Versuchsreihe VIII. und IX. als zwei Abtheilungen A und B einer und derselben Versuchsreihe, wie sie das wirklich sind, so beträgt die Summe der Ermüdungsverlängerung SV in 19 Versuchen:

in der ersten Abtheilung A 8,15 Mm. $= SV$,

in der zweiten Abtheilung B 6,10 „ $= S'V'$.

Man kommt nämlich auf diese Werthe, wenn man die Muskellänge im ersten Versuche von der im 19. abzieht.

Es ist für die weiteren Schlussfolgen von Wichtigkeit zu bemerken, dass dieses Sinken der SV auf $S'V'$ mit Rücksicht

auf das Ermüdungsgesetz erwartet werden musste, denn es besagt dasselbe, dass die Ermüdungsverlängerungen anfänglich wachsen und nachmals abnehmen. Es liegt also gegen die Ergebnisse der Abtheilung B im Allgemeinen kein Verdacht vor, vielmehr muss der Umstand, dass sie die Fortsetzung einer Versuchsreihe bildet, welche in ihrer ersten Abtheilung A eine ausserordentliche Uebereinstimmung zwischen den gefundenen und berechneten Werthen zeigte, die Annahme rechtfertigen, dass wir eine Reihe vor uns haben, welche vom Anfange bis zum Ende Zutrauen verdient.

Während also gegen das Resultat der Reihe IX, der von der Ermüdung abhängige Längenzuwachs betrage in Summa 6,1 Mm., nicht der geringste Verdacht vorliegt, ist leicht zu zeigen, dass die Ermüdungsverlängerungen, welche zufolge der beobachteten Muskellängen von einem Versuche zum anderen stattfinden sollen, durch grobe Fehler gefälscht sind.

Um dies klar zu machen, müssen wir die Werthe e, e' und e'' suchen, Werthe, welche in der Abtheilung A (Versuchsreihe VIII.) mit 0,3, 0,65, 0,8 gegeben waren.

Berechnet man e, e' und e'' in ganz entsprechender Weise wie oben, so nämlich, dass die zur Entwickelung der Unbekannten dienenden Gleichungen aus den entsprechenden, d. h. unter gleichen Ordnungszahlen befindlichen, Versuchen entnommen werden, so erhält man $e = 0{,}029$, über 10mal kleiner als in A, $e' = 3{,}518$, über 5mal grösser, und $e'' = -0{,}062$, was vollkommen sinnlos ist, da e'' die Bedeutung einer Ermüdungsverlängerung hat und also positiv sein muss.

Da nun e, e' und e'' aus beobachteten Muskellängen abgeleitet sind, so müssen Versuchsfehler vorgekommen sein, und wollen wir zu ermitteln suchen, wo solche eingetreten und worin sie ihren Grund haben.

Prüfen wir die ersten 9 Versuche, so erhält man aus Versuch 1 und 9 die Gleichung

$$24 - 20{,}25 = 3{,}75 = 8e + e' \quad \text{(Gl. 1.)}$$

Ferner ist $e = \dfrac{0{,}5 + 0{,}2 + 0{,}05 + 0{,}05 + 0{,}1 + 0{,}25}{6} = 0{,}19.$

Wird dieser Werth in Gl. 1. eingeführt, so erhält man e'

= 2,23, zwei Werthe, gegen welche sich vorläufig nichts einwenden lässt.

Prüfen wir jetzt die 9 Beobachtungen von Versuch 6 bis 14, so erhält man die Gleichung

$$25,65 - 23,6 = 2,05 = 8e + e' + e'' \text{ (Gl. II.)}$$

Weiter ist $e = \frac{0,05 + 0,1 + 0,25 - 0,4 + 0,1 + 0,05}{6} = 0,025$ Mm.

Wird dieser Werth in Gl I. eingeführt, so ergiebt sich $e' + e''$ 1,818 Mm.

Gegen diese Werthe würde im Allgemeinen wieder nichts einzuwenden sein, wenn sie nicht aus Beobachtungen abgeleitet wären, deren eine offenbar falsch ist. In Versuch 11 nämlich ist die Länge des Muskels um 0,4 Mm. grösser als in Versuch 12, da sie doch mit Rücksicht auf die geringere Ermüdung merklich kleiner sein müsste. Indem das Zuviel der Länge die Folge einer nachhaltigen Dehnung ist, macht sich der Einfluss dieses Versuchsfehlers schon in der mittleren Abtheilung unserer Versuchsreihe merkbar. Aber viel deutlicher wird dieser Einfluss im Ablauf der letzten 9 Versuche.

Es ergiebt sich aus Versuch 11 und 19 die Gleichung

$$26,35 - 25,9 = 0,45 = 8e + e''$$

und $e = \frac{0,4 + 0,1 + 0,05 - 0,6 - 0,05 + 0,1}{6} = -0,133$ Mm., ein Werth, welcher mit Rücksicht auf das negative Vorzeichen durchaus verwerflich ist, und beweist, dass die nachhaltige Dehnung eine Quelle sehr einflussreicher Versuchsfehler geworden.

Man hat nämlich zu bedenken, dass, wenn die Rechnung $e = -0,133$ ergiebt, die Grösse des Fehlers nicht etwa diesem Werthe gleich, sondern jedenfalls viel grösser ist, da e einen positiven Werth von merklicher Grösse haben muss.

In Abtheilung A war $e = 0,3$, welchen Werth hat nun e in Abtheilung B? Die Frage lässt sich exact nicht beantworten. Da indess die Summe der Ermüdungsverlängerungen in den beiden Abtheilungen A und B sich wie 8,15 Mm. : 6,10 Mm. verhält, so ist ein ähnliches Verhältniss auch für e wahrscheinlich. Demgemäss sollte e in vorliegender Abtheilung grösser

als 0,2 sein, und ist demnach jede Längenmessung verdächtig, wo die in der Tabelle verzeichnete Differenz kleiner als 0,2 ist.

Das Endresultat, zu welchem wir kommen, ist dies, dass Versuche, welche mit Hülfe der a Methode angestellt sind, der Zuverlässigkeit entbehren. Die Verlängerung der Muskelfasern über ihr natürliches Maass hat eine nachhaltige Dehnung zur Folge, welche die Längenmessungen auffällig fälschen kann.

Um den Einfluss, welchen die Veränderung des Belastungsgewichtes auf *e* hat, bestimmter nachzuweisen, habe ich die Versuche im Vorhergehenden so geordnet, dass jede Messung am belasteten Muskel den Mittelfall für mehrere ihr vorhergehende und ihr nachfolgende Messungen am unbelasteten Muskel abgab. Da nämlich *e* im unbelasteten Muskel, wie Versuchsreihe I. zeigt, merklich constant ist, so liess sich die Vergrösserung, welche die Ermüdungsverlängerung in Folge der Belastung des Muskels herbeiführt, bei dieser Anordnung berechnen und für kleinere Versuchsreihen mit grosser Genauigkeit in Zahlen ausdrücken.

Aber freilich ist die Ermüdungsverlängerung *r* eine zweigliedrige Grösse $= e + d$, und während die von mir benutzte Anordnung der Versuche auf die Veränderungen von *e* ein scharfes Licht warf, hat sie die Veränderungen von *d* in Schatten verhüllt. Ich will also in Nachstehendem dieses Glied besonders berücksichtigen, und zeigen, dass die Veränderlichkeit von *d* unter Umständen noch grösser als die von *e* und demnach für die Ausgleichung der Ermüdung das hauptsächlichste Hinderniss ist.

Versuchsreihe X.

Der Zungenmuskel des Frosches hat eine Länge von 28 Mm. Die Dauer des Reizes beträgt in jedem Versuche 3,75″, die Dauer der Pause 62,5″. Der Muskel wird abwechselnd mit 10 Gramm oder gar nicht belastet, ausgenommen am Anfange und am Ende der Versuchsreihe, wo 4 auf einander folgende Versuche am unbelasteten Muskel vorgenommen werden. Der Vortheil dieser Anordnung besteht darin, dass man Gleichun-

gen gewinnt, aus welchen man die Werthe e und e' ableiten kann.

Der Längenunterschied des Muskels im ersten und 21sten Versuche beträgt 5,4 Mm. $= 20e + 7e'$ (Gl. I.), dagegen der Längenunterschied im 4. und 18. Versuche nur 4,4 Mm. $= 14e + 7e'$ (Gl. II.), woraus sich die Werthe $e = 0,167$ und $e = 0,294$ ergeben.

Mit Hülfe dieser Werthe habe ich die natürlichen Längen des thätigen Muskels berechnet, und sind in der nachstehenden Tabelle die gefundenen und berechneten Längen neben einander gestellt. Vergleichbar sind dieselben natürlich nur in den am unbelasteten Muskel ausgeführten Versuchen, doch ist in diesen die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung eine so merkliche, dass hiermit auch die für die belasteten Muskeln berechneten Werthe der natürlichen Länge für nahezu richtig gelten müssen.

Versuch	Belastung	Länge des Muskels		
		rubend	thätig	berechnete
	Gr.	Mm.	Mm.	Mm.
1	0	28	13,6	13,6
2	0	28	13,75	13,767
3	0	28	13,95	13,934
4	0	28	14,1	14,101
5	10	32,8	18,2	14,562
6	0	29	15,05	14,729
7	10	32,95	19,25	15,190
8	0	29,5	15,75	15,357
9	10	33,25	20,75	15,818
10	0	29,5	16,50	15,985
11	10	33	22,65	16,446
12	0	29,4	17,1	16,613
13	10	33,2	25,1	17,017
14	0	29,5	17,65	17,241
15	10	33,25	28,5	17,702
16	0	29,4	18,25	17,869
17	10	33,35	30,5	18,33
18	0	29,5	18,5	18,497
19	0	29,3	18,7	18,664
20	0	29,0	18,85	18,831
21	0	28,75	19,0	18,998

Um nun klar zu machen, dass die Unanwendbarkeit des

Ausgleichungsverfahrens auf Versuche an belasteten Muskeln vorzugsweise auf der ungleichmässigen Zunahme des Werthes *d* beruhe, will ich zunächst die Frage erörtern: was würde dieses Verfahren im vorliegenden Falle leisten, wenn eine Störung von *d* aus nicht stattfände.

Die Ermüdungsverlängerung der unbelasteten Muskeln beträgt *e*, die der belasteten $e + e'$. Berechnet man für Versuchsreihe X. die arithmetischen Mittel und bezeichnet dieselben für die unbelasteten Muskeln mit *m*, für die belasteten mit *M*, so erhält man

$$m = \lambda' + 11e + 3\tfrac{1}{2}e'$$
$$M = \lambda^{\cdot} + 11e + 4e' + D,$$

also $M - m = D + \frac{e'}{2}$.

Wenn nun Weber mit Vernachlässigung des Gliedes $\frac{e'}{2}$ $M - m = D$ setzt, so kann seine Berechnung der Dehnung zwar nicht richtig sein, aber sie wird im vorliegenden Falle, bei der Kleinheit des vernachlässigten Gliedes, der Wahrheit sehr nahe kommen, und namentlich müssten die von einem und demselben Belastungsgewichte = 10 Gr. abhängigen Dehnungen in Folge der merklichen Constanz der Ermüdungsverlängerungen *e* und *e'* höchst übereinstimmende Werthe ergeben.

Gleichwohl erhält man durch die Subtraction $M - m$ ausserordentlich verschiedene Dehnungen, nämlich als Minimalwerth $D = 5{,}85$ Mm., und als Maximalwerth $D = 8{,}10$ Mm. Die Dehnungen, welche höchst approximativ gleich sein sollten, differiren um mehr als $^1/_4$! Hierin liegt schon der Beweis, dass die Fehler der Rechnung weit weniger von der Unbeständigkeit der Werthe *e* und *e'*, als vielmehr von der Veränderlichkeit des Werthes *d* (mit welchem Buchstaben die Ermüdungsverlängerung der Dehnung selbst bezeichnet wurde) abhängen.

Noch einleuchtender wird dies werden, wenn wir die Veränderungen des letzteren Werthes speciell berücksichtigen. Die Abwandlung des Werthes *d* ergiebt sich aus den Dehnungsdifferenzen, welche man erhält, wenn man das *D* einer früheren Ermüdungsstufe von dem *D* der nächstfolgenden abzieht. Es sind also zunächst die Dehnungen zu berechnen, wobei ich

zu mehrer Genauigkeit ein Correctionsverfahren in Anwendung bringen werde. Genauer als durch die Subtraction $M - m$ erhält man D, wenn man von der Länge des belasteten thätigen Muskels die natürliche Länge desselben abzieht. Hiernach würde in Versuch 11 der Reihe X. $D = 22{,}65 - 16{,}446 = 6{,}204$ sein.

Diese Berechnung ist aber deshalb nicht exact, weil die in Abzug gebrachte natürliche Länge des Muskels = 16,446 aus einer Rechnung hervorgegangen, welche die Werthe e und e' als constant voraussetzt. Der Fehler, welcher aus dieser nur angenähert richtigen Voraussetzung entsteht, lässt sich beseitigen. Die beiden Versuche, welche den 11. einschliessen, also der 10. und 12., geben über die Grösse dieses Fehlers vollständigen Aufschluss. In Versuch 10 ist die Länge des Muskels der Beobachtung zufolge = 16,5 Mm., nach Angabe der Rechnung dagegen 15,985 Mm. und beträgt demnach der Fehler der Rechnung 0,031. In Versuch 12 aber ist die beobachtete Länge des Muskels = 17,1 Mm., die berechnete = 16,613, und folglich der Fehler = 0,029. Hiernach ist anzunehmen, dass der Fehler in der für Versuch 11 berechneten natürlichen Länge $= \frac{0{,}031 + 0{,}029}{2} = 0{,}03$ betrage, und wir haben demnach die für Versuch 11 berechnete Länge 16,446 um 3pCt. zu vergrössern. Man erhält dann $\lambda = 16.94$ und $D = 22{,}65 - 16{,}94 = 5{,}71$ Mm. In nachstehender Tabelle sind alle D-Werthe nach der eben angegebenen Methode berechnet worden.

Berechnung der Werthe D und d in Versuchsreihe X.

Versuch	D	d
5	3,50 Mm.	
		0,21
7	3,71	
		0,78
9	4,49	
		1,22
11	5,71	
		1,93
13	7,64	
		2,77
15	10,41	
		1,58
17	11,99	

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dass die Dehnungen mit der Ermüdung wachsen, aber keineswegs wie die Ordnungs-

zahlen der Versuche wachsen. Berechnet man das arithmetische Mittel aus den zu Versuch 5 und 17 gehörigen Dehnungen, wie dies geschieht, wenn man das Ausgleichungsverfahren auf Versuchsreihe X. anwendet, so erhält man $\frac{3{,}50 + 11{,}99}{2}$ = 7,745 Mm. für *D*, während *D* im 11. Versuche, auf welchen die Ausgleichung erfolgt, nur 5,71 beträgt.

Ich habe über den eben erörterten Gegenstand mehrere Versuchsreihen, welche zu ganz übereinstimmenden Resultaten führen, und bin geneigt zu glauben, dass die Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse an der Veränderlichkeit des Werthes *d* am häufigsten scheitere. Andeutungen, welche diese Annahme begünstigen, finden sich auch in den von Weber mitgetheilten Versuchsreihen, wie beispielsweise in folgender.[1])

Versuchsreihe XI. von E. Weber.

Die Versuche sind mit Hülfe der a Methode gemacht. Die Dauer des Reizes und der Pausen ist nicht angegeben und also muthmasslich keine constante.

Versuch	Belastung Gr.	Länge des Muskels unthätig Mm.	thätig Mm.
1	10	39,8	6,0
2	5	40,5	7,4
3	10	41,2	13,2
4	5	40,4	10,5
5	10	40,4	14,4
6	5	39,6	14,2
7	10	39,9	26,4
8	5	39,1	18,2
9	10	40,4	32,4
10	5	39,4	25,4
11	10	39,6	34,4
12	5	38,9	28,4
13	10	40,2	36,4
14	5	39,2	32,3
15	10	40,1	37,4

1) R. Wagner's Handwörterbuch der Phys. III. Bd. 2. Abth. S. 74. A.

Wenn man in dieser Versuchsreihe die Einflüsse der Ermüdung vorschriftsmässig ausgleicht, so erhält man die arithmetischen Mittel für die mit 5 Gr. belasteten Muskeln, welche mit m bezeichnet werden mögen, und die arithmetischen Mittel für die mit 10 Gr. belasteten Muskeln, welche wir mit M bezeichnen wollen. Wäre die Ausgleichung anwendbar, so müsste M und m merklich constant, und $M - m = D$ ebenfalls approximativ constant sein. Der Werth D bezeichnet für die bezügliche Ermüdungsstufe die Dehnung, welche ein mit 5 Gr. belasteter Muskel durch weitere Belastung mit 5 Gr. erlitten hat.

Ich habe nun Gruppen von 11 Versuchen der Ausgleichung unterworfen und gebe im Nachstehenden die arithmetischen Mittel.

Ermüdungsstufe	M	m	M	m	M	m
des Versuchs 6	20,2	16,4	22,8	14,35	20,4	14,2
„ „ 10	25,9	23,5	31,4	23,3	33,4	25,4

Woraus sich sofort ergiebt, dass die Ausgleichung nicht gelungen, da weder M noch m approximativ constant sind.

Berechnet man D durch die Subtraction $M - m$, so kommt man bei den grossen Schwankungen des Minuendus und Subtrahendus auf Dehnungsgrössen, welche bis zum Zwanzigfachen differiren. Entnimmt man nämlich aus der Ermüdungsstufe des 10. Versuches die Werthe $M = 33,4$ und $m = 23,25$, was nach Ausgleichung der Ermüdung dem Belieben freisteht, so erhält man $D = 10,15$ Mm. Benutzt man dagegen, was die gleiche Berechtigung hat, die Werthe $M = 25.9$ und $m = 25,4$, so hat man $D = 0,5$ Mm.

Selbst bei Beschränkung des Ausgleichungsverfahrens auf nur 5 hinter einander angestellte Versuche erhält man Dehnungen, deren ansehnliche Unterschiede gerechte Bedenken erregen.

Mag immerhin die von Weber benutzte a Methode zu erheblichen Versuchsfehlern Gelegenheit gegeben haben, so können doch so enorme Differenzen der D-Werthe, wie die oben angeführten, aus diesen allein nicht abgeleitet werden, vielmehr

sind sie zum grossen Theile von den Ermüdungseinflüssen abhängig, welche dem Vorausgeschickten zufolge sich nicht ausgleichen lassen, und wahrscheinlich am meisten von der ungleichmässigen Zunahme des Werthes d.

Nach allem Vorausgehenden muss klar sein, dass die Ausgleichung der Ermüdung am meisten Aussichten auf Erfolg habe, wenn man mit unbelasteten Muskeln arbeitet. Aber freilich kann die Belastung des Muskels zum Zwecke der Versuche gehören, wie beispielsweise in der durch Weber so wichtig gewordenen Frage nach den elastischen Kräften der Muskeln. Sollen diese untersucht werden, so ist nicht nur die Belastung der Muskeln, sondern auch die Veränderung der Belastungsgewichte unvermeidlich, womit dann die Werthe v nicht nur von d aus, sondern auch von c aus variabel werden. Dies ist für die Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse der ungünstigste Fall, und wird dann die Vorfrage, wie weit man über vergleichbare Versuche gebiete, besonders wichtig.

Ich will, um das Gesagte zu erläutern, abermals eine Versuchsreihe Weber's benutzen, seine C-Reihe, welche er nach Ausgleichung der Ermüdung zur Berechnung des Ganges der Dehnbarkeit verwandt hat.

Man darf hierin den Beweis finden, dass der Verfasser gerade dieser Reihe ein besonderes Zutrauen schenkte, und die Ausgleichung der Ermüdung, auf welcher die Zulässigkeit der Rechnung beruht, für hinreichend gelungen erachtete.

Zur Verwendung kamen 8 Belastungsgewichte von 5, 10, 15, 20, 25 und 30 Gramm, so dass mit jedem neuen Versuche die Belastung um 5 Gr. verändert wurde. Indem diese Veränderung abwechselnd durch Vermehrung und durch Verminderung der Gewichte bewirkt wird, entstehen Gruppen von 11 Versuchen, welche, nachdem sie der Ausgleichung unterworfen worden, 6 auf gleicher Ermüdungsstufe befindliche Fälle liefern.

Versuchsreihe XII. von E. Weber.

Versuch	Belastung	Länge des Muskels	
		unthätig	thätig
	Gr.	Mm.	Mm.
1	5	41,6	14,5
2	10	42,3	15,9
3	15	43,2	17,2
4	20	44,1	19,0
5	25	45,1	21,8
6	30	45,9	27,2
7	25	46,1	26,7
8	20	45,7	25,2
9	15	45,1	23,2
10	10	44,2	21,0
11	5	42,8	19,0
12	10	43,6	21,8
13	15	44,3	24,8
14	20	45,2	29,9
15	25	45,9	35,1
16	30	46,5	39,3
17	25	46,4	38,8
18	20	46,2	36,8
19	15	45,7	33,8
20	10	44,7	27,0
21	5	43,1	22,2
22	10	44,0	26,0
23	15	44,9	32,8
24	20	45,6	37,5
25	25	46,2	41,0
26	30	46,7	42,8

Die Frage, welche an diese Versuchsreihe geknüpft werden soll, ist die: ob die Ermüdungsverlängerungen in derselben mit der Gleichmässigkeit fortschreiten, dass die von Weber benutzte Ausgleichungsmethode, bei Ausdehnung derselben auf 11 consecutive Versuche, noch brauchbare Resultate liefere?

Eine Schwierigkeit, auf welche wir bei Untersuchung dieser Frage sofort stossen, besteht darin, dass die vorliegende Versuchsreihe keine Gleichungen darbietet, aus denen sich die Werthe e, e', e'' u. s. w. entwickeln liessen. Wir können dem Gange der Ermüdung auf dem bisher betretenen Wege nicht folgen, sondern müssen uns einen neuen bahnen. Zu dem Zwecke die folgende Betrachtung.

Wenn man die correspondenten Versuche, statt sie zur Bil-

dung arithmetischer Mittel zu verwenden, zum Subtrahiren benutzt, in der Weise nämlich, dass man die in einem früheren Versuche gewonnene Länge des Muskels von der in einem späteren Versuche beobachteten abzieht, so ergiebt sich ein Unterschied, welcher bei der Gleichheit der benutzten Belastungsgewichte nur von der ungleichen Ermüdung abhängt. Es ist einleuchtend, dass dieser Unterschied, den ich mit u bezeichne, die Bedeutung einer Summe von Ermüdungsverlängerungen habe, und demnach mit der Zahl der Versuche, welche zwischen die beiden Correspondenten falle, wachsen müsse.

Nun ist früher gezeigt worden, dass das Gelingen der Weber'schen Rechnung von der Beständigkeit des Werthes v abhänge. Ist v constant, so wird der Muskel in n Versuchen um $n \cdot v$ verlängert, und folglich ist $u = n \cdot v$, wenn n die Zahl der Versuchsfälle bedeutet, um welche die zur Subtraction benutzten Correspondenten aus einander liegen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass eine Ausgleichung der Ermüdungsdifferenzen nur da möglich ist, wo die gegebenen Versuche der Anforderung $u = nv$ genügen, und dass eben diese Gleichung den Probirstein abgiebt, welcher über die Tauglichkeit der Versuche zum Zwecke der Ausgleichung entscheidet.

Hat man die Versuche nach Weber's Angabe geordnet und ist v constant, so müssen die Unterschiede vom Grenzfall gegen den Mittelfall gleichmässig abnehmen und muss der Unterschied der Unterschiede, u', in diesem Falle $= 2v$ sein. Dies ergiebt sich besser, als aus einer weitläufigen Auseinandersetzung, aus nachstehendem auf 7 Versuche bezüglichem Schema, in welchem λ' die Länge des thätigen Muskels vor jeder Ermüdung bedeutet.

Combination der Versuche.

	1 und 7		2 und 6		3 und 5	4
	$\lambda' + v$		$\lambda' + 2v$		$\lambda_{,} + 3v$	$\lambda' + 4v$
	$\lambda' + 7v$		$\lambda' + 6v$		$\lambda' + 5v$	
$u =$	$6v$		$4v$		$2v$	
$u' =$		$2v$		$2v$		

Ich werde die aus der Weber'schen Versuchsreihe berech-

neten Werthe u und u' vorlegen, muss aber zum Verständniss meiner tabellarischen Darstellung vorher Folgendes bemerken.

Die zur Ausgleichung bestimmten 11 Versuche geben bei Ausführung der Subtraction 5 Unterschiede, welche ich unter der Columnenüberschrift *a b c d e* verzeichne. Der unter *a* bemerkte Werth bezieht sich überall auf den Längenunterschied im ersten und letzten Versuche, der unter *b* notirte auf den Längenunterschied im zweiten und vorletzten Versuche u. s. w.

Die Ermüdungsstufe, zu welcher die von mir berechneten Unterschiede gehören, bezeichne ich, wie Weber, nach der Ordnungszahl desjenigen Versuchs, auf dessen Ermüdungsgrösse alle übrigen reducirt sind. Die 26 von Weber entlehnten Versuche gestatten die Herstellung von 4 Ermüdungsstufen, welche mit den Ordnungszahlen 6, 11, 16, 21 zu bezeichnen sind. Man beachte, dass auf den Ermüdungsstufen 6 und 16 die Belastungsgewichte in der Reihenfolge der Columnen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wachsen, dagegen auf den Ermüdungsstufen 11 und 21 in derselben Reihenfolge abnehmen.

Aus den 5 vorliegenden Unterschieden ergeben sich 4 Unterschiede der Unterschiede, welche ich in einer besonderen Tabelle unter den Columnenüberschriften *a' b' c' d'* aufzeichne. Der unter *a'* notirte Werth u' bezieht sich auf die unter *a* und *b* verzeichneten Unterschiede, also der unter *b'* bemerkte auf die zu *b* und *c* gehörigen u-Werthe u. s. w.

Darstellung der Werthe u in Weber's Versuchsreihe.

Ermüdungsstufe	*a* Mm.	*b* Mm.	*c* Mm.	*d* Mm.	*e* Mm.
6	4,5	5,1	6,0	6,2	4,9
11	12,1	8,4	4,7	1,6	0,8
16	3,2	5,2	9,0	6,9	3,7
21	3,5	2,2	0,7	−1,0	−1,0

Schon aus dieser Tabelle ergiebt sich eine Progression der Ermüdungsverlängerungen, welche mit den Anforderungen des Ausgleichungsverfahrens in Widerspruch tritt. Auf der Ermüdungsstufe 6 und 11 nehmen die Unterschiede in der Richtung zu, in welcher sie abnehmen müssten, und auf der Ermüdungs-

stufe 21 finden sich negative Unterschiede, da doch u, als die von der Ermüdung bewirkte Verlängerung, positiv sein muss.

Nicht minder deutlich ergiebt sich die Unanwendbarkeit des Ausgleichungsverfahrens auf Weber's Versuche aus folgender Tabelle.

Darstellung der Werthe u' in derselben Versuchsreihe.

Ermüdungsstufe	a'	b'	c'	d'
6	−0,6	−0,9	−0,2	1,3
11	3,7	3,7	3,1	0,8
16	−2,0	−3,8	2,1	3,2
21	3,5	1,5	1,7	0,0

Unmöglich können die im Vorstehenden verzeichneten Werthe $u' = 2r$ sein. Die ansehnlichen negativen Werthe, welche mehrfach auftreten, beweisen, dass Beobachtung und Theorie sehr wenig zusammen stimmen.

Da, wie oben erwiesen wurde, das Ausgleichungsverfahren nur auf Versuche anwendbar ist, welche der Anforderung $u = nr$ genügen, so bietet die Differenz $u - nv$ nicht nur den Beweis, sondern auch den Maassstab seiner Unanwendbarkeit. Es wird nicht uninteressant sein, die Zulässigkeit der u-Werthe der Weber'schen C-Reihe mit Hülfe dieses Maassstabes zu prüfen. Zwar entscheidet der im Vorausgehenden gelieferte Beweis, dass r eine Veränderliche, bereits darüber, dass u nicht $= nr$ sein könne; da aber das von Weber angewandte Ausgleichungsverfahren etwas mehres als Approximationen an die Wahrheit gar nicht bezweckt, so ist die Frage, wie weit sich die berechneten Werthe u den gefundenen nähern, von Wichtigkeit, und für die Frage nach der Zulässigkeit jenes Verfahrens allein entscheidend.

Es wird also zunächst für jede gegebene Ermüdungsstufe der zugehörige mittlere Werth r zu bestimmen sein. Man erhält denselben, wenn man u (a), das heisst den Werth u der Columne a, mit 10 dividirt. Auf Ermüdungsstufe 6 beispielsweise ist u $(a) = 1,5$ Mm. Dieser Längenunterschied ist die

in 10 Versuchen, d. h. also im Verlaufe der ganzen Versuchsreihe entstandene Summe der Ermüdungsverlängerungen. Indem diese unter dem Einflusse aller in Anwendung genommenen Belastungsgewichte entstanden, kann $\frac{4{,}5 \text{ Mm.}}{10} = 0{,}45$ Mm. als die durch einen Versuch bewirkte mittlere Ermüdungsverlängerung betrachtet werden. Offenbar müsste dieses v die approximative Constanz besitzen, welche die Ausgleichung der Ermüdung, um zulässig zu sein, voraussetzt.

In wie weit nun die Versuche dieser Voraussetzung entsprechen, ist leicht zu ermitteln.

Sei u (a), u (b), u (c) der zu den Columnen a b c gehörige Unterschied, so ist zu beanspruchen, dass $u\ (a) - 2v = u\ (b)$ und $u\ (a) - 4v = u\ (c)$ u. s. w. sei.

Wir werden die so berechneten Unterschiede mit den durch Beobachtung ermittelten vergleichen, und aus der Differenz beider entnehmen, in wie weit die Supposition, es sei v approximativ constant und eben deshalb die Ausgleichung zulässig, eine begründete ist, oder nicht ist.

Ich habe diese Rechnung ausgeführt und die gefundenen und berechneten Werthe in den ersten beiden Columnen der folgenden Tabelle neben einander gestellt. Die Differenz beider ist in der 3. Columne, unter der Ueberschrift absoluter Fehler, angegeben. Um die Gewichtigkeit dieses Fehlers noch anschaulicher zu machen, berechne ich sein Verhältniss zu der Länge, welche der am mindesten belastete Muskel auf der bezüglichen Ermüdungsstufe ausweist. Dieser Fehler ist in der 4. Columne unter dem Titel relativer Fehler aufgeführt.

Um jeder Unklarheit vorzubeugen, will ich eine derartige Berechnung beispielsweise ausführen. Für Ermüdungsstufe 6 ist $u\ (a) = 4{,}5$ Mm., also $v = 0{,}45$. Weiter ist den Versuchen zufolge $u\ (b) = 5{,}1$. Gefordert ist aber $u\ (b) = u\ (a) - 2v = 3{,}6$ Mm. Hiernach ist der absolute Fehler $= 5{,}1 - 3{,}6 = 1{,}5$ Mm. Die Länge des Muskels, bei 5 Gr. Belastung, ist auf der Ermüdungsstufe 6 $= \frac{14{,}5 + 19}{2} = 16{,}75$ Mm., hiernach der relative

Fehler $= \frac{1,5}{16,75} = 0,09$, oder 9 pCt. der Länge, welche dem Muskel auf der 6. Ermüdungsstufe in allen Fällen zukommen würde, wenn er constant mit 5 Gr., nicht aber abwechselnd mit 5, 10, 15, 20, 25 und 30 Gr. belastet worden wäre.

Nachweis der Widersprüche zwischen den theoretisch geforderten und empirisch gegebenen Ermüdungsverlängerungen.

Belastung	Werth u		Fehler	
	beobachtet	berechnet	absoluter	relativer
Gr.	Mm.	Mm.	Mm.	
Für Ermüdungsstufe 6.				
5	4,5	—	—	—
10	5,1	3,6	1,5	0,09
15	6,0	2,7	3,3	0,197
20	6,2	1,8	4,4	0,26
25	4,9	0,9	4,0	0,24
Für Ermüdungsstufe 11.				
30	12,1	—	—	—
25	8,4	9,68	− 1,28	− 0,07
20	4,7	7,26	− 2,56	− 0,13
15	1,6	4,84	− 3,24	− 0,17
10	0,8	2,42	− 1,26	− 0,09
Für Ermüdungsstufe 16.				
5	3,2	—	—	—
10	5,2	2,56	2,54	0,12
15	9,0	1,92	7,08	0,34
20	6,9	1,28	5,62	0,27
25	3,7	0,64	3,06	0,15
Für Ermüdungsstufe 21.				
30	3,5	—	—	—
25	2,2	2,8	− 0,6	− 0,01
20	0,7	2,1	− 1,4	− 0,03
15	− 1,0	1,4	− 2,4	− 0,06
10	− 1,0	0,7	− 1,7	− 0,04

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass die von Weber unternommene Ausgleichung der Ermüdung in seinen C-Versuchen nicht gelingen konnte. Denn die Reduction verschiedener

Versuche auf ein und denselben Ermüdungsgrad ist an die approximative Beständigkeit des Werthes *r* gebunden, und vorstehende Rechnungen zeigen, dass eine solche nicht stattfand.

Natürlich sind die auffallenden Differenzen der berechneten und gefundenen Werthe *u* nicht ohne Weiteres als Maassstab für die Veränderlichkeit des Werthes *r* zu nehmen, da die Grösse jener auch von den Versuchsfehlern abhängt. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass diese in Weber's C-Reihe nicht unbedeutend waren. Schon der Umstand, dass die a Methode in Anwendung genommen wurde, begünstigt diese Annahme. Aber auch die Nichtberücksichtigung der Zeit beim Reizen und Pausiren, desgleichen die für den zarten Zungenmuskel gewiss zu grossen Belastungsgewichte verdächtigen mehr oder weniger die gewonnenen Resultate. In der nachstehenden Versuchsreihe sind diese Missstände vermieden worden.

Versuchsreihe XIII.

Der Hyoglossus des Frosches hatte 30 Millim Länge. Die Dauer des Reizes betrug 2,5″, die Dauer der Pausen 62,5″ Benutzt wurde die b Methode.

Versuch	Belastung Gr.	Hubhöhe Mm.	Länge des thätigen Muskels Mm.
1	0	17,3	12,70
2	2	16,25	13,75
3	4	15,50	14,50
4	6	14,50	15,50
5	8	13,25	16,75
6	10	12,20	17,80
7	8	12,1	17,90
8	6	12,2	17,80
9	4	12,35	17,65
10	2	12,80	17,20
11	0	13,45	16,55
12	2	12,15	17,85
13	4	10,35	19,65
14	6	8,30	21,70
15	8	6,20	23,80
16	10	3,85	26,15
17	8	4,5	25,50
18	6	5,75	24,25
19	4	7,35	22,65
20	2	9,3	20,70
21	0	11,75	18,25

Ich werde nun die Frage, ob sich diese Reihe zum Ausgleichen der Ermüdungseinflüsse eigne, genau in derselben Weise wie bei der Weber'schen C-Reihe erörtern.

Darstellung der Werthe *u*.

Ermüdungsstufe	*a* Mm.	*b* Mm.	*c* Mm.	*d* Mm.	*e* Mm.
6	3,85	3,45	3,15	2,3	1,15
11	8,35	5,9	3,9	2,0	0,65
16	1,7	2,85	3,0	2,5	1,7

Darstellung der Werthe *u'*.

Ermüdungsstufe	*a'* Mm.	*b'* Mm.	*c'* Mm.	*d'* Mm.
6	0,40	0,30	0,85	1,15
11	2,45	2,0	1,9	1,35
16	− 1,15	− 0,15	0,45	0,85

Nachweis der Widersprüche zwischen den theoretisch geforderten und empirisch gegebenen Ermüdungsverlängerungen.

Für Ermüdungsstufe 6.

Belastung	Werth *u*		Fehler	
	gefunden	berechnet	absoluter	relativer
Gr.	Mm.	Mm.	Mm.	
0	3,85	—	—	—
2	3,45	3,08	0,37	0,025
4	3,15	2,31	0,84	0,057
6	2,3	1,54	0,76	0,052
8	1,15	0,77	0,38	0,026

Für Ermüdungsstufe 11.

10	8,35	—	—	—
8	5,9	6,68	− 0,78	− 0,036
6	3,9	5,01	− 1,11	− 0,050
4	2,0	3,34	− 1,34	− 0,061
2	0,65	1,67	− 1,02	− 0,046

Für Ermüdungsstufe 16.

Belastung Gr.	Werth u gefunden Mm.	Werth u berechnet Mm.	Fehler absoluter Mm.	Fehler relativer
0	1,7	—	—	—
2	2,85	1,36	1,49	0,085
4	3,0	1,02	1,98	0,114
6	2,55	0,68	1,87	0,101
8	1,7	0,34	1,36	0,078

Die Veränderungen, welche ich im Experimentalverfahren vorgenommen habe, sind also für das Gelingen der Versuche sehr vortheilhaft gewesen, wie sich auch bei einer Wiederholung derselben vollkommen bestätigt hat. Erst nach starker Ermüdung des Muskels, nämlich in Ermüdungsstufe 16, kommen jene negativen u'-Werthe vor, welche auf grobe Missstände hinweisen, und die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Ermüdungsverlängerungen sind ungefähr um das Dreifache kleiner geworden.

Aber freilich sind auch diese Abweichungen noch sehr beträchtlich und beweisen eine Veränderlichkeit des Werthes v, welche die Anwendung des Weber'schen Ausgleichungsverfahrens, in der Ausdehnung von 11 Versuchen an belasteten Muskeln, nicht mehr zulässt.

Um dies noch anschaulicher zu machen, mag folgende Betrachtung Platz finden.

Wenn Weber's arithmetische Mittel die Längen eines Muskels repräsentiren, welcher trotz der Differenzen seiner Belastungsgewichte in gleichem Grade ermüdet ist, so stellen meine u-Werthe die Längenunterschiede eines Muskels dar, welcher trotz der gleichen Belastungsgewichte in verschiedenem Grade ermüdet ist. Es ist u (a) unter dieser Voraussetzung die durch 10 Versuche und u (d) die durch 4 Versuche bewirkte Summe der Ermüdungsverlängerungen.

Berechnet man nun die mittlere Ermüdungsverlängerung eines Versuches für Ermüdungsstufe 6 der Weber'schen C-Reihe, so erhält man $v = 0{,}45$ Mm., und folglich müsste u $(d) = 4 \cdot 0{,}45 = 1{,}8$ sein. Der Beobachtung zufolge ist aber

$u\ (d) = 6{,}2$ Mm., also um 4,4 Mm. zu gross. Dieses Plus der Ermüdungsverlängerung ist höchst approximativ $= 10r$, d. h. also, die Ausgleichung der Ermüdung in einer Reihe von überhaupt nur 11 Versuchen ist im vorliegenden Falle um den Ermüdungseffect von nicht weniger als 10 Versuchen gefälscht, oder mit noch anderen Worten, der mit 20 Gr. belastete Muskel ist um 2½mal mehr ermüdet, als der mit 5 Gr. belastete. In meiner Versuchsreihe fällt der grösste Fehler auf $u\ (c)$. Der mit 5 Gr. belastete Muskel ist im Vergleich zu dem mit 0 Gr. belasteten um ⅓ zu stark ermüdet.

Eine ungleich grössere Uebereinstimmung in den Ermüdungszuständen kann man erzielen, wenn man den Muskel durch Inductionsschläge reizt, statt ihn zu tetanisiren. Dies beweisen die nun folgenden Versuche.

Versuchsreihe XIV.

Der Hyoglossus des Frosches hat 28 Mm. Länge. Gereizt wird mit Inductionsschlägen. In Anwendung kommt die b Methode. In den Columnenüberschriften bedeutet *V* Versuch, *p* Belastung, *h* Hubhöhe, *λ* die Länge des thätigen Muskels. Die Belastungsgewichte sind nach Grammen, die Hubhöhen und Muskellängen nach Millimetern gemessen.

V	*p*	*h*	*λ*	*V*	*p*	*h*	*λ*
1	0	9,5	18,5	22	2	7,3	20,7
2	2	8,0	20,0	23	4	5,55	22,45
3	4	6,3	21,7	24	6	4,0	24,0
4	6	5,1	22,9	25	8	2,75	25,25
5	8	4,1	23,9	26	10	1,65	26,35
6	10	3,3	24,7	27	8	2,5	25,5
7	8	3,85	24,15	28	6	3,8	24,2
8	6	5,0	23,0	29	4	5,0	23,0
9	4	6,25	21,75	30	2	6,9	21,1
10	2	7,9	20,1	31	0	9,3	18,7
11	0	9,5	18,5	32	2	6,75	21,25
12	2	8,0	20,0	33	4	5,0	23,0
13	4	6,25	21,75	34	6	3,2	24,8
14	6	4,7	23,3	35	8	1,9	26,1
15	8	3,5	24,5	36	10	0,5	27,5
16	10	2,5	25,5	37	8	1,75	26,25
17	8	3,4	24,6	38	6	2,75	25,25
18	6	4,35	23,65	39	4	4,3	23,7
19	4	5,7	22,3	40	2	6,2	21,8
20	2	7,5	20,5	41	0	8,8	19,2
21	0	9,5	18,5				

Man sieht leicht, dass vorstehende Reihe zur Darstellung vergleichbarer Versuche in eminentem Grade geeignet ist. Die Ausgleichung der Ermüdung muss glücken, da Differenzen derselben überhaupt kaum vorliegen. In 40 Versuchen ist der thätige Muskel von 18,5 Mm. auf 19,2 angewachsen. Hiernach ist $v = 0{,}02$ Mm. oder 1 per Mille der natürlichen Länge des thätigen Muskels. Auch das zweite Glied der Ermüdungsverlängerung, unser d, ergiebt sich als ein überaus geringfügiger Werth. Bei 10 Gr. Belastung ist die Länge des thätigen Muskels im 6. Versuche = 24,7 Mm., im 36. Versuche = 27,5 Mm. Dies giebt für jeden Versuch einen Dehnungszuwachs von 0,1 Mm.

Um nun den Gang der Ermüdung in Versuchsreihe XIV. anschaulich zu machen, gebe ich wieder

die Darstellung der Werthe v.

Ermüdungsstufe	a	b	c	d	e
6	0,0	0,1	0,05	0,1	0,25
11	0,8	0,35	0,3	0,0	− 0,1
16	0,0	0,5	0,55	0,35	0,1
21	0,85	0,65	0,35	0,15	0,2
26	0,2	0,4	0,55	0,2	0,25
31	1,15	0,6	0,6	0,0	0,15
36	0,5	0,55	0,7	0,45	0,15

Die Darstellung der Werthe u'.

Ermüdungsstufe	a'	b'	c'	d'
6	− 0,1	0,05	− 0,05	− 0,15
11	0,45	0,05	0,3	0,1
16	− 0,5	− 0,05	0,2	0,25
21	0,2	0,3	0,2	− 0,05
26	− 0,2	− 0,15	0,35	− 0,05
31	0,55	0,0	0,6	− 0,15
36	− 0,05	− 0,15	0,25	0,3

Die letzte Tabelle lehrt unmittelbar, dass der Gang der Ermüdung kein gleichmässig fortschreitender ist, wie gleichwohl das Ausgleichungsverfahren voraussetzt. Der Werth u

soll in der Richtung von a nach d mit jedem neuen Falle um $2r$ abnehmen; dies geschieht offenbar nicht. Ferner ist u' in vielen Fällen negativ, was mit der Supposition eines gleichmässigen Ermüdungsfortschrittes unvereinbar ist.

Also auch die mit Hülfe von Inductionsschlägen angestellten Versuche führen auf Ungehörigkeiten im Gange der u-Werthe; nur ist der Nachtheil, welcher hieraus für die Ausgleichung erwächst, ein sehr geringer.

Nachweis der Widersprüche zwischen den theoretisch geforderten und empirisch gegebenen Ermüdungsverlängerungen.

Für Ermüdungsstufe 6.

Belastung Gr.	Werth u gefunden Mm.	Werth u berechnet Mm.	Fehler absoluter Mm.	Fehler relativer
0	0,0	—	—	—
2	0,1	0,0	0,1	0,005
4	0,05	0,0	0,05	0,003
6	0,1	0,0	0,1	0,005
8	0,25	0,0	0,25	0,013
Für Ermüdungsstufe 11.				
0	0,8	—	—	—
2	0,35	0,64	– 0,29	– 0,016
4	0,3	0,48	– 0,18	– 0,010
6	0,0	0,32	– 0,32	– 0,017
8	– 0,1	0,16	0,17	0,009
Für Ermüdungsstufe 16.				
0	0,0	—	—	—
2	0,5	0,0	0,5	0,027
4	0,55	0,0	0,55	0,030
6	0,35	0,0	0,35	0,019
8	0,1	0,0	0,1	0,050
Für Ermüdungsstufe 21.				
0	0,85	—	—	—
2	0,65	0,68	– 0,03	– 0,002
4	0,35	0,51	– 0,16	– 0,009
6	0,15	0,34	– 0,19	– 0,010
8	0,2	0,17	0,03	0,002

Ich unterlasse es, die Rechnung weiter auszuführen, da das Vorstehende vollkommen ausreicht zu erweisen: dass die mit Hülfe von einfachen Inductionsschlägen gewonnenen Versuche zu Resultaten führen, welche der Anwendung des Ausgleichungsverfahrens überaus viel günstiger sind als diejenigen, wo wir den Muskel tetanisirten. Die Fehler, welche ich relative nenne, sind gegen 4mal kleiner als in voriger Versuchsreihe (Nr. XIII.) und gegen 12mal kleiner als in der von Weber entlehnten (Nr. XII.).

Während nun die Fehlergrössen in den letzten 3 Beobachtungsreihen sich mit den vorgenommenen Modificationen des Experimentalverfahrens in auffallender Weise ändern, so bleibt die Richtung der Fehler im Wesentlichen dieselbe. Es scheint mir, dass dieser Umstand für die Erkenntniss der Ermüdungsfortschritte von grossem Interesse ist, und ich will daher meine Abhandlung nicht schliessen, ohne ihn der Aufmerksamkeit des Lesers ausdrücklich empfohlen zu haben.

Man erinnere sich, um die nachstehende Auseinandersetzung verständlich zu finden, folgender Punkte:

1. Der Werth u bezeichnet den Längenunterschied eines und desselben Muskels in zwei Beobachtungsfällen, in welchen die Belastungsgewichte dieselben, die Ermüdungsgrade dagegen verschieden sind. Mit Rücksicht hierauf ist u eine Summe von Ermüdungsverlängerungen, deren Grösse mit der Zahl der zwischen beiden Beobachtungsfällen angestellten Versuche wächst.

2. u (a) bezeichnet den Längenunterschied des Muskels im ersten und letzten Versuche, u (b) den Längenunterschied im zweiten und vorletzten u. s. w.

3. Die dem Ausgleichungsverfahren zu Grunde liegende Annahme, dass die Ermüdungsverlängerungen v wie die Ordnungszahlen der Versuche wachsen, includirt die weitere Annahme, dass die Werthe u in der Richtung der Fälle a, b, c, d, e abnehmen, und zwar von einem Falle zum anderen um $2v$.

4. Die verschiedenen Ermüdungsstufen stellen überall 6 Fälle dar, welche sich auf eben so viel verschiedene Belastungsgewichte beziehen, und welche mit Rücksicht auf den Ermüdungsgrad sich gleichen sollen. Die 11 Versuche, welche zur

Herstellung dieser 6 Fälle benutzt werden, unterscheiden sich bezüglich der Art, wie sie gewonnen wurden, dadurch, dass die Belastungsgewichte in der Richtung *a*, *b*, *c*, *d*, *e* entweder wachsen, was auf allen Ermüdungsstufen mit vorstehenden geraden Ordnungszahlen geschieht (also Ermüdungsstufe 6, 16, 26), oder abnehmen, wie dies in allen Ermüdungsstufen stattfindet, welche mit ungeraden Ordnungszahlen (Stufe 11, 21, 31) bezeichnet sind.

Nachdem wir dies in Erinnerung gebracht, lässt sich die wesentliche Uebereinstimmung zwischen den nach ganz verschiedenen Experimentalmethoden angestellten Versuchsreihen XII., XIII., XIV. mit Folgendem kurz angeben.

I. Vergleicht man die Ermüdungsstufen, in welchen die Belastungsgewichte progressiv wachsen, mit denen, in welchen sie progressiv abnehmen, so findet sich bei letzteren ein sehr auffallendes Präponderiren des Werthes *u* (*a*).

II. In den Ermüdungsstufen, deren Versuche mit progressiv abnehmenden Belastungsgewichten angestellt wurden, nahmen die Werthe *u* in der Richtung *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ab, wie das Ausgleichungsverfahren voraussetzt; in den Ermüdungsstufen dagegen, wo die Belastungsgewichte progressiv wachsen, nehmen die Werthe *u* in derselben Richtung von vorn herein zu und erst nachmals ab; ein Verhältniss, welches mit der Theorie des Ausgleichungsverfahrens im Widerspruch steht.

III. In den Ermüdungsstufen, deren Versuche mit progressiv zunehmenden Belastungsgewichten angestellt wurden, sind die beobachteten Werthe *u* grösser als die theoretisch verlangten; in den Ermüdungsstufen, wo die Belastungsgewichte abnehmen, sind sie kleiner.

Die eben erörterte merkwürdige Uebereinstimmung der drei Versuchsreihen beweist:

dass der Gang der *u*-Werthe einer Gesetzlichkeit folgt, und dass, soweit dieser Gang mit der dem Ausgleichungsverfahren zu Grunde liegenden Annahme eines gleichmässigen Fortschrittes der Ermüdungsverlängerungen in Widerspruch tritt, diese Annahme unrichtig ist.

Die unter I., II., III. beleuchtete Uebereinstimmung der 3 Versuchsreihen beruht aber darauf: dass die Ermüdungsverlängerung der Dehnung, unser *d*, eine Function der Zahl der Versuche und der Grösse der Gewichte ist, und mit diesen bis zu einem gewissen Punkte wächst.

Den Beweis liefert die Versuchsreihe XIV.

Der unbelastete Muskel hat im 1., 11. und 21. Versuche genau dieselbe Länge = 18,5 Mm., woraus sich ergiebt, dass *e* = Null, oder mit anderen Worten, dass die natürliche Länge des thätigen Muskels in 21 Versuchen von der Ermüdung nicht verändert worden ist. Hiernach bedarf es nicht erst einer Ausgleichung der Ermüdungseinflüsse, um die Dehnungen zu finden. Man erhält dieselben durch Subtraction des constanten Werthes 18,5 Mm. von der Länge des belasteten thätigen Muskels.

Man kann nun fragen, ob auch die Dehnung, in wiefern sie von einem und demselben Belastungsgewichte abhängt, im Verlaufe der 21 Versuche sich gleich bleibe, in welchem Falle das zweite Glied der Ermüdungsverlängerung, unser *d*, ebenfalls = Null sein würde. Die Versuchsreihe beweist, dass dem nicht so sei, vielmehr ändern sich die Werthe der Dehnungen.

Um die Art der Veränderung übersichtlich zu machen, bilde ich aus den ersten 20 Versuchen meiner Reihe zwei Dekaden, welche ich so neben einander stelle, dass die Dehnungen, welche zu gleich belasteten Muskeln gehören, in derselben Horizontalreihe zu stehen kommen. Hat man in der ersten senkrechten Columne zur Linken die Belastung abgelesen, so findet man in der letzten senkrechten Columne zur Rechten, um wie viel die Dehnungen im Verlaufe von 10 Versuchen grösser geworden. Diese Vergrösserungen sind *d*-Werthe, d. h. durch Ermüdung bewirkte Dehnungsverlängerungen, und nicht etwa die Dehnung selbst. Dies festzuhalten ist nothwendig, damit man die Zunahme der *d*-Werthe mit den Gewichten nicht als etwas Selbstverständliches betrachte.

Uebersicht der Veränderung des Werthes *d* in der Versuchsreihe XIV.

Belastung Gr.	Dekade I. Versuch	Dekade I. Dehnung Mm.	Dekade II. Versuch	Dekade II. Dehnung Mm.	Zunahme der Dehnung in 10 Versuchen Mm.
0	1	0	11	0	
2	2	1,5	12	1,5	0,0
4	3	3,2	13	3,25	0,05
6	4	4,4	14	4,8	0,4
8	5	5,4	15	6,0	0,6
10	6	6,2	16	7	0,8
8	7	5,65	17	6,1	0,45
6	8	4,5	18	5,15	0,65
4	9	3,25	19	3,8	0,55
2	10	1,6	20	2,0	0,40

Auf Grundlage dieser Erfahrungen über die Veränderlichkeit des Gliedes *d* ist nun begreiflich:

I. Dass der Werth *u* (*a*) in den Ermüdungsstufen, in welchen die Belastungsgewichte progressiv abnehmen, präponderire vor dem entsprechenden Werthe *u* (*a*) in den Ermüdungsstufen, wo die Belastungsgewichte progressiv wachsen. Der Definition nach ist *u* (*a*) eine Summe von Ermüdungsverlängerungen $= Sr - S\,e + d$. Nun wächst aber, wie wir gesehn, *d* mit den Gewichten, und da *u* (*a*), wenn die Belastungsgewichte progressiv abnehmen, unter dem Einfluss der grössten Gewichte, umgekehrt, wenn sie progressiv wachsen, unter dem Einfluss der kleinsten Gewichte entstanden, so muss es im ersteren Falle grösser als im letzteren sein.

II. Es ist begreiflich, dass in den Ermüdungsstufen, in welchen die Belastungsgewichte progressiv abnehmen, die Werthe *u* in der Richtung *a*, *b*, *c*, *d*. *e* continuirlich abnehmen, da in derselben Richtung nicht nur die Grösse der Gewichte, sondern auch die Anzahl der Versuche, aus welchen *u* resultirte, abnimmt. Eben so ist begreiflich, wenn *u* in den Ermüdungsstufen, in welchen die Belastungsgewichte progressiv wachsen, in der Richtung *a*, *b*, *c*, *d*, *e* bis zum *c*-Falle wächst und von da an abnimmt. Man beachte, dass *u* eine Summe von Ermüdungsverlängerungen ist, deren Grösse einerseits von der

Zahl der gemessenen Versuche, andererseits von der Zugkraft der in Anwendung genommenen Gewichte abhängt. In u (c) sind beide Momente ansehnlich. Dagegen ist in u (a) zwar die Zahl der Versuche gross, indem sämmtliche Versuche an dem Ermüdungseffect Theil haben, aber die Zugkraft ist äusserst geringfügig, da im vorliegenden Falle u (a) mit den kleinsten Belastungsgewichten (in meinen Versuchen mit Null-Belastung) zusammenfällt. Wiederum ist in u (e) zwar die Grösse der Zugkraft beträchtlich, da sie von den grössten Belastungsgewichten ausgeht, aber die Zahl der Versuche beschränkt sich auf zwei, und wird ein Ermüdungsfortschritt, welcher nur durch 2 Versuche bedingt ist, natürlich ein kleiner sein.

III. Ist begreiflich, warum in den Ermüdungsstufen, deren Versuche mit progressiv zunehmender Belastung ausgeführt wurden, die berechneten Werthe u kleiner sind als die gefundenen, während das umgekehrte Verhältniss eintritt, wenn die Belastungsgewichte progressiv abnehmen.

Es liegt nämlich unserer Berechnung die Annahme zu Grunde, dass die natürliche Länge des Muskels mit jedem Versuche um v wachse, in welchem Falle u als eine Summe von Ermüdungsverlängerungen $= n \cdot v$ ist, wenn v die von einem Versuche gesetzte Verlängerung, und n die Zahl der gemachten Versuche bedeutet. Um u berechnen zu können, müsste v gegeben sein, und wir erhalten dies durch Division des Werthes u (a) durch 10.

Aber $v = e + d$ ist keine Constante im strengeren Sinne, vielmehr ist namentlich das Glied d merklich variabel. Die Art, wie d einerseits von der Zahl der Versuche, andererseits von der Grösse der Belastung abhängt, hatte zur Folge, dass u (a) in den Versuchsreihen, in welchen die Belastungsgewichte progressiv abnehmen, beträchtlich grösser ausfällt, als in den Ermüdungsstufen, in welchen eben dieselben progressiv zunehmen. In Folge hiervon giebt $\frac{u\,(a)}{10}$ in ersterem Falle einen zu grossen, in letzterem einen zu kleinen Mittelwerth für v. Werden nun die Werthe u für die Fälle b, c, d, e mit Hülfe dieses aus dem a Falle abgeleiteten Mittelwerthes v berechnet,

so ist das durch Rechnung erhaltene Product nv zu gross, wenn der für den Grenzfall passende grössere Werth von v in Anwendung genommen wird, und umgekehrt zu klein, wenn man den ebenfalls nur für den Grenzfall geltenden kleineren Werth von v anwendet.

Mit dieser Darstellung des gesetzlichen Ganges der v-Werthe dürften die Bedingungen, unter welchen die Ausgleichung der Ermüdung möglich ist, viel an Klarheit gewonnen haben.

Mit Hülfe des Weber'schen Verfahrens lassen sich annäherungsweise diejenigen Ermüdungsverlängerungen ausgleichen, welche approximativ wie die Ordnungszahlen der Versuche wachsen. In der That, wenn v mit den Versuchen gleichmässig wächst, ist das arithmetische Mittel aus den Ermüdungsverlängerungen zweier Correspondenten gleich der Ermüdungsverlängerung des Mittelfalles, und indem die Bedingungen sich nicht selten so gestalten, dass v innerhalb enger Grenzen in der That sehr approximativ constant ist, kann die Anwendbarkeit des Ausgleichungsverfahrens innerhalb dieser Grenzen nicht in Zweifel gezogen werden.

Andererseits ist einleuchtend, dass das von Weber vorgeschlagene Ausgleichungsverfahren gar keine Macht über diejenigen Ermüdungsverlängerungen hat, welche von der Zahl der Versuche unabhängig sind. Jenes Ordnen der Versuche, durch welches man Muskellängen combinirt, deren eine von der Ermüdung um eben so viel weniger vergrössert ist, als die andere mehr vergrössert ist als die im Mittelfalle befindliche Muskellänge, dies ist der Natur der Sache nach nur da möglich, wo die Längen mit den Versuchen und wie die Versuche wachsen. Nun tritt aber in der Ermüdungsverlängerung belasteter Muskeln ein Glied d auf, welches eine dem Einflusse der Belastungsgewichte offen stehende Seite hat, und da das Mehr und das Weniger solcher Einflüsse mit der chronologischen Folge der Versuche gar nichts zu thun hat, so kann auch das Ordnen der Versuche, mit dessen Hülfe das Ausgleichungsverfahren operirt und hin und wieder seinen Zweck erreicht, in diesem Falle zu nichts führen. Die Ermüdungsdifferenzen

sind, in wiefern sie von der Verschiedenheit der Belastungsgewichte abhängen, überhaupt nicht ausgleichbar.

Ueber *Gyrodactylus elegans* von Nordmann.

Von

Dr. G. R. Wagener,

Gehülfe am anatomischen Museum zu Berlin.

(Hierzu Taf. XVII. und XVIII.)

Seitdem von von Nordmann an den Kiemen von Cyprinen dieser merkwürdige Schmarotzer entdeckt wurde, haben Creplin, Dujardin und schliesslich von Siebold dieses Thier von Neuem einer Untersuchung unterzogen.

von Siebold namentlich berichtigte die von von Nordmann gegebene Darstellung der Organisation und theilte über die Entwicklung des *Gyrodactylus elegans* höchst überraschende Beobachtungen mit.

Er wies nämlich nach, dass aus einer sich theilenden Zelle ein *Gyrodactylus* im Mutterthiere entsteht, sich dort vollständig entwickelt, und während seines Embryonallebens trächtig wird. Diesen Beobachtungen fügte er noch Angaben über die Organisation dieses Thieres bei, in welchen namentlich die Abwesenheit der samenbereitenden Organe hervorgehoben wird.

Durch letztere Bemerkung sah sich von Siebold veranlasst, *Gyrodactylus* als ein ammenartiges Thier zu betrachten. Er nennt deshalb die Zelle, aus welcher sich das Tochterindividuum entwickelt, eine Keimzelle und sucht das Endglied der Reihe unter den Polystomeen.

In Nachfolgendem soll die geschlechtliche Zeugung des *Gyrodactylus elegans* nachgewiesen und zugleich die schon von von Siebold geschilderte Organisation des in Rede stehenden Schmarotzers in einigen Punkten vervollständigt werden.

Vorkommen.

Gyrodactylus elegans findet sich auf den Kiemen aller hier in Berlin zu Markt gebrachten Cyprinoiden.

Man trifft ihn auch auf den Flossen und der Leibesoberfläche dieser Fische und man erhält ihn durch Abschaben des Schleimes. Er ist bis jetzt auf folgenden Fischen gefunden worden:

Esox lucius.	*Cyprinus phroxinus.*
Cyprinus carpio.	„ *erythrophthalmus.*
„ *gobio.*	„ *alburnus.*
„ *Brama.*	*Cobitis fossilis.*
„ *carassius.*	„ *barbatula.*
Gasterosteus aculeatus.	*Gasterosteus laevis.*

Nach einer mir gütigst von Herrn Dr. Semper mitgetheilten Zeichnung scheint auf den Kiemen von *Cyclopterus lumpus* eine dem *Gyrodactylus elegans* sehr ähnliche, wenn nicht identische Species vorzukommen.

Vorausgesetzt, dass die von von Nordmann gelieferte Zeichnung richtig ist, so würden sich specifische Unterschiede in den Haken der von ihm und der von mir beobachteten Species ergeben. Ich habe indess Grund zu glauben, dass diese Abweichungen nur auf kleinen Ungenauigkeiten beruhen, welche sich sehr schwer bei der bildlichen Darstellung der Haken vermeiden lassen.

Grösse. Das grösste von mir beobachtete Thier hatte ungefähr $^1/_2$ Mm. Länge. Seine grösste Breite mochte ungefähr $^1/_8$ Mm. betragen.

Die Gestalt des Thieres ist zungenförmig platt. Die Ränder sind nicht scharf, sondern abgerundet. Das Kopfende ist in zwei kurze, etwas aufgetriebene Zipfel getheilt, und ist ungefähr $^1/_{16}$ Mm. breit. An das sich etwas verjüngende Schwanzende setzt sich schief eine häutige, fast dreieckige Saugscheibe an, mit nach der Bauchseite zugewandter Höhlung. Gewöhnlich ist der mittlere Theil des Thieres aufgetrieben. Diese Auftreibung entspricht der Lage des Uterus. Befindet sich in diesem kein Ei oder kein Embryo, so wird die blasenartige Erhebung durch eine klare Flüssigkeit erzeugt, welche den Uterus ausgedehnt erhält.

Die Kopfzipfel werden von ihrer Wurzel durch eine seichte Grube auf der Bauchseite getrennt, die in den Mund führend

ebenda endet. Es findet sich auch häufig eine Grube auf der Bauchseite, dicht über dem hakenlosen Rand der Schwanzscheibe. Die Ränder beider gehen in der Mittellinie des Thieres in einander über.

Die äussere Haut zeigte keine deutliche Structur. Zuweilen sah man bei gewissen Contractionszuständen des Thieres feine, aus sehr kleinen Punkten gebildete Querlinien über die Oberfläche in regelmässigen Abständen hinziehn, so besonders am Schwanztheile. In der Umgebung des Mundes wurden manchmal nach dem Hervorstrecken der acht Papillen feine Längsfalten auf der Bauchseite des Kopftheiles sichtbar. Unterhalb des Maules wichen sie aus einander, allmählig verschwindend.

Musculatur. Betrachtet man den Rand eines *Gyrodactylus*, so sieht man drei gleichlaufende Linien.

Die äussere und mittlere gehört der Haut. Der Raum zwischen der mittleren und inneren ist etwas weniger breit, aber ebenso durchsichtig wie der erste.

Die innerste ist die äussere Grenze der inneren Leibesmasse. In letzterer bemerkt man häufig feine Längslinien, welche in die Schwanzscheibe auszustrahlen scheinen. Sie sind vielleicht als Muskelfasern anzusehen. In der Schwanzscheibe selbst ist eine Radialstreifung sehr deutlich.

An jede Hakenöse sieht man derartige feine Linien in zwei getrennten Büscheln herantreten und dort aufhören. Ebenso zeigt die durchsichtige, das mittlere Hakenpaar der Schwanzscheibe einschliessende Masse eine, ihren seitlichen Grenzlinien gleichlaufende Streifung, welche vielleicht ebenfalls auf contractile Elemente zu beziehen ist.

Die Oeffnung für das später zu beschreibende penisartige Organ ist, wie die Geschlechtsöffnung von *Octobothrum lanceolatum*, mit kleinen Häkchen umstellt. Von der Sohle eines jeden dieser Haken gehen zwei Streifen herab, die vielleicht Muskelfasern sind.

Eine sehr auffällige Erscheinung sieht man bei *Gyrodactylus*, anscheinend nicht lange nach einer Geburt eintreten. Auf dem ganzen Körper des Thieres entstehen Falten und keulenförmige

Zotten, in deren Bildung auch zuweilen, ausser der Haut, die innere Leibes- oder Fleischmasse eingeht.

Durch den ganzen Körper des Thieres sind kleinere und grössere Fetttropfen zerstreut, die sich im ganz frischen Thiere, dessen Durchsichtigkeit fast krystallhell zu nennen ist, sehr hervorheben. Die sich sehr bald unter dem Mikroskope einstellende Trübung des Thieres geht meist mit Imbibitionserscheinungen der äusseren Haut einher.

Die Schwanzscheibe lässt einen centralen und peripherischen Theil unterscheiden. Sie entspricht in allen ihren Theilen dem gleichnamigen Organe einzelner Dactylogyrusspecies, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Hakenspitzen der letzteren nach dem Rücken zu gerichtet sind, bei *Gyrodactylus* jedoch nach der Bauchseite.

Der centrale Theil der Schwanzscheibe besteht aus einem fein längsgestreiften Fleischbündel, welches die grossen Haken mit ihren zwei Klammern vollständig umhüllt. Jeder Hakenspitze entspricht eine Oeffnung im Polster. Der dem Thiere zugewendete Rand dieser Oeffnung enthält einen V förmig gebogenen dünnen Streifen, der eine theilweise Einfassung des Loches darstellt.

Der Hakenapparat der Centralscheibe besteht aus den beiden grossen Haken und deren beiden quergelagerten Klammern. Jeder der grossen Haken ist platt. Sie stehen auf der Kante, sind nach der Kante hin gebogen und ihre Basis ist nach der Kante hin verbreitert in unregelmässiger, schwer zu beschreibender Form. An den einander zugewandten Flächen der Hakenbasis finden sich zwei vorspringende, fast gleichlaufende Falten, denen Vertiefungen auf der äusseren Fläche entsprechen. Die Falten sind kurz, gleichen einem Circumflex und gehen von hinten und oben nach vorn und unten. Das nicht aufliegende Ende der Hakenbasis ist etwas verdickt; der letzte Theil der freien Hakenspitze ist sanft nach aufwärts gebogen.

Die obere der quer über die Hakenbasis gelegten bandartigen Klammern ist die stärkere und breitere. Ihre Begrenzungslinie ist unregelmässig wellig. Die Enden sind etwas über den Haken herabgebogen und schief von aussen nach innen

abgestutzt. Die Oberfläche ist leicht gefaltet. Häufig ist auch der obere und untere Rand der Klammer verdickt. Der letztere setzt sich in einen schürzenartigen breiten, sehr dünn werdenden Saum fort, der eine Leiste an seinen beiden Seitenrändern hat und wie der Zwischenraum der Haken geformt ist, in welchen er sich hineinschiebt. Da die Haken nachden Flächen Sförmig gegen einander gekrümmt sind, so dass sie einen herzförmigen Raum einschliessen, so muss die festsitzende Basis der Klammerschürze breiter als ihr freier Rand sein, der fast bis zum Beginn der Aufwärtsbeugung der Haken reicht.

Die untere Klammer ist sehr schmal, ihr unterer Rand zieht sich zu einem dünnen, nach unten zu leicht bogig ausgeschnittenen häutigen Saum aus. Die Klammer gleicht einem gebogenen, kurzen Drahte, welcher seine freien Enden, etwas auf steigend, den beiden Haken anlegt.

Die Centralscheibe hat einen Vförmigen Querschnitt, der nach der Hakenbasis hin zu einer Ebene sich ausbreitet.

Der peripherische Theil der Schwanzscheibe ist sehr beweglich. Auf seinen Rand, den oberen ausgenommen, sind in regelmässigen Abständen sechszehn kleine Häkchen vertheilt; durch das Vor- und Zurücktreten dieser Organe erhält der Rand der Schwanzscheibe ein sehr wechselndes Aussehn. Sind die Häkchen mit dem sie umhüllenden Fleische fingerartig vorgestreckt, so sind die Zwischenräume oft weit zurückgezogen und jeder mit zwei regelmässigen Einschnitten versehen. Bei weit zurückgezogenen Haken sind die freien Zwischenräume dagegen nur sehr flach ausgeschnitten.

Jedes Häkchen ist einzeln beweglich. Es kann tief in die ihn umgebende dickere, fein längsgestreifte Fleischhülle zurückgezogen werden, so dass sich selbst seine Spitze ganz verbirgt, — oder es wird weit hervorgeschoben, so dass das Häkchen ganz frei wird und es einem Finger mit einer Kralle gleicht.

Jedes dieser kleinen Häkchen lässt drei Theile unterscheiden: das Häkchen selbst, seinen Stiel und eine Oese. Die beiden letzteren dienen nur seinen Bewegungen.

Das Häkchen ist platt, stark nach der Kante gebogen und sehr scharf. — Seine Basis zieht sich nach vorn und hinten

in zwei kurze Flügel aus, die ebenfalls auf der Kante stehen. Auf der schmalsten Stelle dieser biscuitförmigen Figur sitzt der Haken auf. Der eine dieser Flügel liegt unter der Rückseite, der andere unter der Bauchseite der Scheibe.

An dem letzteren Flügel befestigt sich in unerforschter Weise ein an seinem freien Ende etwas geknöpfter Stiel, der sehr dünn, elastisch und acht Mal so lang als der Haken ist. Oft stark gebogen durch die Contraction der Schwanzscheibe kehrt er leicht und schnell beim Aufhören der Bewegung zur Streckung zurück.

Der unter der Rückseite liegende Flügel dient einer schwach conturirten länglichen Oese zum Ansatze. Sie ist halb so lang als der Stiel und es gehen zwei starke, nach der Mitte der Scheibe hin sich verlierende Streifenbündel an sie heran. Wie sich die Oese mit dem Flügel verbindet, lässt sich nicht ermitteln. Stellt man sich vor, dass der Stiel vorgeschoben und die Oese zurückgezogen wird, so hebt der auf beiden etwas bewegliche Haken seine Spitze aus. Wird der Stiel dagegen zurückgezogen, so schlägt sich der Haken ein.

Zum Verdauungsapparat führt die quere, auf der Bauchseite, dicht unter den Wurzeln der Kopfspitzen liegende Mundspalte.

Sie bildet das untere Ende der seichten Grube zwischen den Kopfzipfeln, und führt in einen kurzen, birnförmigen Sack mit sehr dünner, zuweilen fein längsgestreifter Wandung.

Im Grunde dieses Sackes befestigt, ganz wie bei *Diplozoon* oder *Diporpa*, liegt ein schlundkopfartiges Organ, was vorgeschoben werden kann und bei Misshandlungen sogar ganz aus der Mundspalte heraustritt. Dies Organ von turbanartiger Gestalt besteht aus zwei Theilen.

Der obere, frei in die Mundhöhle hineinragende hat acht Spitzen, die kieferartig, wie von Siebold sagt, gegen einander bewegt werden können. Jede der acht, mit ihren Spitzen gewöhnlich eng aneinander liegenden Kegel ist fein längsgestreift. Die kleinen zuckenden in dieser Lage ausgeführten Bewegungen lassen sie wie harte Körper erscheinen. Treten sie jedoch aus der Mundspalte hervor, so breiten sie sich zu

einem achtarmigen Sterne aus, die feinen Längslinien sind verschwunden und sie gleichen mehr einer structurlosen, zähen Masse

Der untere Theil, dem die acht Kegel aufsitzen, ist ein etwas abgeplattetes Sphäroid. Es besteht aus acht, durch seichte meridionale Einschnitte von einander getrennten, zellenartigen Körpern. Auf jedem sitzt eine Spitze auf, welche ebenfalls mittelst einer Furche sich von ihm absetzt. Die Summe dieser queren Furchen bildet den Kreis, welcher an dem Schlundkopfe einen oberen und unteren Theil unterscheiden lässt. Die acht zellenartigen Körper haben einen feinkörnigen Inhalt, in dessen Mittelpunkte sich eine sehr helle, runde, mit Flüssigkeit gefüllte Höhle befindet, welche einen kugligen, dunkleren Kernkörper enthält.

Der Schlundkopf vieler Distomen ist in ähnlicher Weise gebildet, wenn man von den kegelförmigen Spitzen absieht. Innerhalb der Längs- und Querstreifung, welche man gewöhnlich auf Muskelfasern bezieht, sieht man auch helle, kernartige, scharf umschriebene Räume, in welchen sich ein kernkörperartiges Gebilde befindet.

Der Darm von *Gyrodactylus* ist zweischenklig, blind, durch einen kurzen Oesophagus mit dem Schlundkopfe verbunden, und in allen seinen Theilen von gleicher Structur. Bei Thieren, welche noch nicht durch die Untersuchung gemisshandelt wurden, sieht man meist den mittelsten Raum des Darmes und Schlundes von einer klaren Flüssigkeit erfüllt, welche die Wandungen auseinander hält. Blutartig gefärbt, wie bei *Dactylogyrus monenteron* sah ich diesen Inhalt nie. Bei dem grossen, schönen *Gyrodactylus* von *Cobitis* war der Darm stets von einer klaren, gelben Flüssigkeit erfüllt, die für die Untersuchung die Dienste einer Injection leistete. Diese Flüssigkeit stimmte im Aussehen mit dem gelben, gleichförmigen Pigmente überein, welches die Haut des Fisches färbt.

An dem Verdauungsrohr lassen sich zwei Schichten unterscheiden. Die äussere liess keine Structur erkennen. Zwei Linien bezeichneten ihre Grenzen. Die innere ist bedeutend stärker und besteht in einer gleichmässig dicken Lage von feinkörniger Masse, in der sich hin und wieder Querlinien be-

merklich machen, die eine zellige Structur anzudeuten scheinen. Sie löst sich ungemein leicht ab und füllt dann das Darmrohr aus. Der Verlauf dieses Organes ist ganz so wie bei vielen Distomen. Es hält sich an den Seiten des Thieres, dicht unter der Rückenfläche hinziehend. Seine beiden Blindsäcke begegnen sich in der Mittellinie, in kurzer Wendung einander entgegenkommend. Von der grösseren oder geringeren Ausdehnung des Uterus hängt die Entfernung der meist etwas aufgetriebenen Darmenden von einander ab. Bei kleinem Uterus können sich die Blindsäcke einander berühren. Der Darm nimmt in seinem Verlaufe ungefähr die zwei mittleren Viertel des Thieres ein. Er umfasst das Ei, den Uterus, den Hoden, liegt dem Eierstocke auf, dessen obere Verbreiterung ihn aber nach aussen hin etwas überragt.

Das Gefässsystem liegt nicht auf dem Rücken, sondern auf der Bauchseite. Seine dünnen Wandungen umschliessen einen klaren Inhalt. Die feineren Zweige besitzen deutliche Wimperläppchen. Es sind vier Hauptstämme sichtbar, welche zu zwei jederseits des Thieres dicht bei einander gelagert, in ihrem Verlaufe sich nachahmen.

Im Schwanztheile, kurz vor dem oberen Rande der Saugscheibe, dicht unter dem unteren des Eierstockes, wenden sich die beiden Gefässpaare der Mittellinie des Thieres zu. Die oberflächlichen sich entsprechenden Gefässstämme beider Seiten fliessen in einen kurzen, aber nicht stärker luminirten Stamm zusammen, der sich dem Beobachter plötzlich so zuwendet, dass er seinen Querschnitt zeigt. Ob er die Bauchwand durchbohrt, oder ob er auf der Rückseite ausmündet, wie man wohl glauben kann, liess sich nicht ausmachen.

Die anderen beiden sich entsprechenden Gefässe beider Seiten, welche im Ganzen schwächer erscheinen, lösten sich anscheinend in dünnere Zweige auf, welche mit Zweigen aus der Schlinge ihren Verlauf nach der Schwanzscheibe hin nahmen. In letzterer finden sich zwischen dem vierten und fünften Häkchen jeder Seite, dicht am Rande, zwei sehr grosse, lebhaft bewegliche, mit ihrer freien Spitze nach innen gerichtete, Flimmerläppchen. Zugleich bemerkt man, dass eine Oeffnung

auf dem etwas gewulsteten Scheibenrande an dieser Stelle sich befindet. Ob diese Oeffnung in einen Blindsack oder Canal führt, blieb unentschieden.

Die beiden Gefässpaare machen in ihrem Verlaufe nach dem Kopfe zu zwei Hauptwindungen, welche den von ihnen begrenzten Raum in drei Abtheilungen theilen.

Die unterste reicht von dem Zusammenfluss der Gefässe bis zur unteren Grenze des Hodens. Hier weichen die Gefässpaare plötzlich stark nach aussen hin, treten aber schon in der Höhe der unteren Uterusgrenze in rascher Wendung einander entgegen, gehen wiederum etwas nach aussen und gehen leicht geschlängelten Verlaufes gerade auf den Schlundkopf zu, an dessen Seiten sie bis zur Mundöffnung sichtbar bleiben, dann aber allmählig durch ihre Feinheit sich dem Blicke entziehen.

An der Stelle, wo die Gefässe die obere Grenze des Darmes überschreiten, gehen nach innen zu ein paar kleine Gefässe ab.

Ein anderer weit stärkerer Zweig wendet sich nach aussen und windet sich auf- und absteigend durch eine Anhäufung von Zellen, welche in ihrer Form den s. g. einzelligen Drüsen entsprechen.

Diese s. g. einzelligen Drüsen liegen an den beiden Kopfrändern des Thieres, jederseits eine obere und eine untere Anhäufung bildend.

Die obere ist die kleinere und besteht aus sechs bis zwölf retortenförmigen Körpern, von denen immer einige einen hellen Kern nebst entsprechendem dunkleren Kernkörper besitzen.

Die grössere untere besteht aus acht bis zwölf weit grösseren Zellen. Jede von ihnen hat einen hellen Kern und dunkleren Kernkörper, welche, wie die der oberen Abtheilung, in einer mehr oder minder bräunlichen, dunklen, feinkörnigen Masse liegen, die die ganze Zelle ausfüllt.

Von jedem dieser Gebilde geht ein mehr oder minder feiner, mit ähnlicher Masse gefüllter Faden nach dem Kopfzipfel in die Höhe, dessen freier Rand ihr Ende ist. Jeder dieser Fäden ist nicht von gleichmässiger Dicke in seinem Verlaufe. Hie und da lassen sich Anschwellungen an ihm wahrnehmen. Während die zellenartigen Körper unter der Rückseite des

Thieres liegen, verlaufen diese Fäden unter der Bauchseite, zu einem braunen, etwas spiralig gedrehtem Bündel vereinigt. Im Kopfzipfel selbst schwillt jeder einzelne Faden stark an. Man kann ihn durch die structurlose Haut hindurch verfolgen. An der Spitze des Kopfzipfels sieht man häufig eine klebrige, fadenziehende Masse austreten. Sie hält sich genau in ihrem Erscheinen in dem Bereiche der die structurlose Haut durchsetzenden Fäden.

Dicht hinter dem unteren grösseren Zellenhaufen unter der Rückseite des Thieres liegen zwölf bis funfzehn Zellen eng wie Pflasterepithel an einander, zu beiden Seiten des Thieres, die äussere Seite des Darmes bedeckend. Die oberen sind die grösseren, die unteren werden immer kleiner, so dass es nicht möglich war, die untere Grenze dieses Zellenlagers genau zu bestimmen. Der Kern und Kernkörper dieser Zellen war den schon beschriebenen Nachbarn ähnlich. Der Zelleninhalt war feinkörnig, ganz farblos, aber sehr durchsichtig.

War der *Gyrodactylus* gross, so war die Zahl dieser hellen Zellen gering, während die Anzahl der bräunlich gefärbten gestielten grösser war. Bei jüngeren *Gyrodactylus* war das Verhältniss umgekehrt. Man kann hiernach glauben, dass die hellen Zellen späterhin einen Fortsatz oder Stiel erhalten und bräunlich werden.

Ausser diesen s. g. einzelligen Drüsen kommen auch noch drei solcher von sehr kleinem Umfange zu beiden Seiten der Mundhöhle vor. Von ihnen gehen drei braune feinkörnige Streifen quer zur Mittellinie des Thieres über oder in der Rückseite der Mundhöhle, mit einer leichten Biegung nach aufwärts endigend.

Unter dem Rücken, etwas höher als der Mund, sah ich vier grosse, helle, feinkörnige, zellenartige Körper bei einander liegend, deren Bedeutung ganz räthselhaft blieb.

Es scheinen alle diese zellenartigen Körper oder auch s. g. einzelligen Drüsen mit denen verglichen werden zu müssen, welche in den Kopfzipfeln der *Dactylogyrus*-Arten vorkommen. Die vier zellenartigen Körper, welche zuletzt erwähnt wurden, entsprechen vielleicht denen, welche über dem Munde der *Dactylogyrus*-Arten liegen und dort bräunlich gefärbt ein sehr eigenthümliches Ansehn haben.

An sie sind noch die von mir zuerst unter dem Namen „Zotten oder zottenförmige Körper“ beschriebenen, in der Haut vieler Trematoden und Cestoden vorkommenden Körper anzuschliessen. Auch sie haben einen in der Haut endigenden, mit brauner körniger Masse erfüllten Fortsatz, der von einem Sacke ausgeht, in dem sehr häufig ein heller Kern und dunklerer Kernkörper nachzuweisen ist. Ja, es ist dieser selbst in einzelnen Fällen doppelt vorhanden, wodurch wohl die Einzelligkeit dieser Körper gefährdet wird.

Bei den Cestoden kann man sehr gut an der, dem Hautende des Zellenfortsatzes entsprechenden Stelle einen Fetttropfen allmählig entstehen sehen, der, immer grösser werdend, sich ablöst, und vom Wasser unangegriffen darin schwimmt, nachdem ein neuer Tropfen an derselben Stelle erschienen ist. Der Inhalt des Sackes wird dabei lichter, die Zahl der feinen Körnchen mindert sich, der Zellenkern scheint lose in der klaren, kleine Bruchstücke der körnigen Masse führenden Flüssigkeit zu liegen, und eine feine doppeltconturirte Linie bezeichnet die Wand des Sackes.

Bei *Gasterostoma fimbriatum* finden sich zwischen den fingerförmigen Tentakeln Säcke, die der Musculatur des Kopfnapfes bis in dessen Grund hinein folgen. Der körnige, bräunliche Inhalt dieser Säcke wird durch die Contractionen des Kopfes lebhaft hin und her geworfen, so dass man geneigt ist zu glauben, die Tentakelzurückzieher zu sehen, die Tentakel selbst scheinen indess gar keine Zurückzieher zu besitzen.

In dem Inhalte dieser drüsenartigen Organe sieht man zuweilen ein oder auch zwei helle Kerne mit dunklerem, kernkörperartigem Gebilde, welche an den heftigen Bewegungen der, die Höhlung ungleichmässig ausfüllenden Körnchenmasse passiv Theil nehmen. Zuweilen sieht man auch deutlich die Höhle von einer feinen Haut ausgekleidet, wie sich aus der feinen Doppelcontur, welche den theilweis mit heller Flüssigkeit erfüllten Hohlraum gegen die faserige Masse des Kopfnapfes abgrenzt, schliessen lässt.

Die zottenförmigen Körper in der Haut von *Distoma*, *Monostoma*, *Holostoma* und *Aspidogaster* gleichen ganz denen der

Cestoden, so dass wenigstens von Seiten ihrer Structur bis jetzt kein Einwand gegen die Identität derselben erhoben werden kann.

Der Geschlechtsapparat besteht aus einem einfachen Hoden und einem hufeisenförmigen Eierstock.

Der Hode ist ein meist kugliger, oder auch herzförmig gestalteter Sack, mit nach oben gerichteter Basis. Er liegt unter dem Rücken des Thieres zwischen den beiden Schenkeln des Eierstockes und des Darmes, mit seinem Grunde die hufeisenförmige Commissur des Ovarium erreichend. Seine obere Wand deckt etwas den Eileiter, wo das Ei seinen Eintritt in den Uterus abwartet. Die Wand des Hodens hat doppelte Conturen. Sein Ausführungsgang ist ein kurzes Rohr, das die obere Wand des Eileiters zu durchbrechen scheint.

Die gemeinschaftliche Geschlechtsöffnung, d. h. des Eileiters und Hodens, bildet eine, von der unteren Wand des Uterus in seine Höhlung hineinragende papillenartige Erhebung.

Der Inhalt des Hodens besteht zuweilen ganz aus Zellen, zuweilen ist die Hälfte des Sackes mit heller Flüssigkeit erfüllt, in der entweder lebhaft Samenfäden sich tummeln, oder jene bekannten maulbeerförmigen mit Samenfäden besetzten Kugeln sich finden, denen auch noch unbewegliche Fäden beigesellt sind. Man findet ab und zu auch noch ein scheinbar jungfräuliches Ei im Eileiter, das von Samenfäden umspült wird. Zuweilen findet man die Zoospermien auch in dem noch nicht durch das Ei ganz ausgefüllten Uterus.

Die Zoospermien selbst sind einfache Fäden, ohne besondere Auszeichnung des Kopfendes, doch scheint letzteres etwas dicker als der Schwanz zu sein, der ganz unmerklich in dasselbe übergeht.

Der Eierstock ist gross und nimmt fast die ganze untere Hälfte des Thieres ein. Er ist sehr durchsichtig, im Allgemeinen von hufeisenförmiger Gestalt. Seine oberen Enden reichen, je nach der Ausdehnung des Uterus, über die untere Wand desselben hinaus.

Von der Entwickelung des Eierstockes hängt die Länge und Breite dieser Drüsenlappen ab, deren oberster zuweilen

leicht eingeschnitten mit einer Verbreiterung den über ihn gelagerten Darm umfasst.

Die Drüse liegt unter der Bauchfläche. Sie ist durch viele seichte Furchen in Abschnitte getheilt, welche bei jedem Thiere anders sind und vielleicht in der Eibildung ihren Ursprung finden. Jede dieser Abtheilungen oder Provinzen besteht aus einer sehr klaren Grundmasse, in der helle Kerne mit Kernkörper in unregelmässigen Abständen, doch von ziemlich gleicher Grösse zu sehen sind. Ob sich um diese Gebilde schon Zellen geformt haben, ist nicht zu ermitteln gewesen. In der Gegend des Eileiters sieht man zuweilen einen mit dem Kerne concentrischen Kreis einen Theil der Grundmasse abschneiden. Man kann darin das zunächst in den Eileiter tretende Ei vermuthen.

Der Eileiter scheint von beiden Flügeln des Eierstockes seinen Ursprung zu nehmen. Als ein häutiger Canal läuft er an der unteren Uteruswand dicht hin, quer von einem Eierstockflügel zum anderen geradesweges übergehend. In seine obere Wand scheint der Ausführgang des Hodens sich einzusenken.

Der Uterus wird von einer ovalen, durch eine starke Haut begrenzten Höhle gebildet. Er liegt zwischen den Darmschenkeln, welche seine Wandungen im ganzen Durchschnitt berühren, die untere ausgenommen, welche an den Eileiter stösst.

Die Grösse des Uterus richtet sich ganz nach seinem Inhalte. Enthält er einen entwickelten Embryo, so treibt er in seinem ganzen Umfange den Bauch und den Rücken des Thieres stark hervor, und während Hoden und Eierstock zurückgedrängt werden, kann er fast die Länge der Darmschenkel erreichen. Gleich nach der Geburt verkleinert er sich auf Dreiviertel bis zur Hälfte seiner Grösse, und wird durch eine klare Flüssigkeit ausgedehnt erhalten, welche, man möchte sagen, plötzlich in ihm erscheint.

Dieser schnellen Entleerung folgt eine sofortige Verkürzung des Thieres, in welchem auch Hoden und Eierstock jetzt etwas höher als vorher zu liegen kommen. Zuweilen wird indess der Uterus nach diesem Acte etwas kleiner; doch sah ich nie seine Wandungen sich ganz an einander legen. Dieser Umstand scheint aber einzutreten, wenn das Ei seinen Eintritt in den Uterus längere Zeit beanstandet.

Bei der allmähligen Ausdehnung des Uterus in der Schwangerschaft scheint schliesslich die papillenartige Erhebung, durch welche das Ei und auch Zoospermien in die Uterushöhlung treten, ganz zu verstreichen. Nach der Geburt tritt diese Oeffnung gewöhnlich sehr stark nach innen hervor, doch geschieht es auch, dass sie in den Faltungen des Uterus unsichtbar bleibt, so dass man ihre Existenz bezweifeln kann.

So wenig wie eine stets vorhandene papillenartige Erhebung mit stets vorhandener Oeffnung mit Sicherheit angegeben werden kann, mit noch geringerer Sicherheit lässt sich eine Geburtsöffnung sehn. Die Stelle, wo die Geburt des Embryo statt hat, ist eine ganz bestimmte, dicht unter dem späterhin zu beschreibenden penisartigen Organ gelegen, und doch ist es bis jetzt nicht gelungen, dort eine besondere Bezeichnung für diese Stelle aufzufinden.

Gleich nach der Geburt treten Hautfalten und eine leichte Trübung der Organe ein, welche es sehr erschweren, die Geburtsöffnung an der Mutter zu finden.

Die innere Uterusfläche ist stets mit einem unregelmässig dicken, feinkörnigen Belage versehen, der die obere und untere Uterusspitze wie ein Pfropfen ausfüllt. Zuweilen sieht man in ihm zellenartige kleine Körper. Der feinkörnige Ueberzug haftet der Uteruswand fest an, scheint jedoch mit der weiteren Ausbildung des Embryo, der eng von der Uteruswandung umschlossen wird, ganz zu verschwinden.

Auf den Geschlechtsapparat wird noch ein eigenthümliches, von v. Siebold nicht erwähntes penisartiges Organ bezogen werden müssen.

Es liegt dicht hinter dem Schlundkopfe, unter der Haut, auf der oberen Grenze des Darmrohres. Es besteht aus einem Sacke, der den eigentlichen Penis einschliesst und dem sich drei eigenthümliche sackförmige Organe anfügen.

Der Penissack ist birnförmig oder fast kuglig. Er scheint an der der Haut anliegenden stumpfen Spitze durchbohrt zu sein.

Diese Oeffnung ist von acht bis sechszehn kleinen Haken radial umstellt, deren oberster sich durch seine Grösse und Gestalt auszeichnet.

Die kleinen Haken weisen mit ihrer Spitze auf den gemeinsamen Mittelpunkt, die scheinbare Oeffnung des Sackes, hin. Die Basis dieser kleinen Haken verbreitert sich löffelförmig, sich dem Sacke anschmiegend. Von seinen beiden Seitenrändern gehen je ein Streifen wie Meridiane auf oder dicht unter der Oberfläche des Sackes herab.

Der grosse Haken erscheint zweiflüglig auf dem stumpfen Winkel eines dreieckigen Basalstückes aufgesetzt, in dieser Form einem Doppelhaken entsprechend.

Auf dem Grunde dieses bewaffneten Sackes liegt ein kleiner, in seiner Längsaxe durchbohrter birnförmiger Körper. Er füllt ungefähr den vierten Theil des Sackes aus.

Mit ihm scheint das mittelste durch eine dicke Haut und dunklen körnigen Inhalt ausgezeichnete sackförmige Organ unmittelbar zusammen zu hängen. Der Sack verläuft etwas gewunden und besitzt eine Einschnürung, wie man sie an der Ves. sem. externa der Distomen gewöhnlich findet.

In ihm sah ich nie Samenfäden. Auch liess sich kein Gang vom Hoden hinauf zu ihm verfolgen. Zu beiden Seiten dieses mit einem Samenblasenrudiment zu vergleichenden Sackes liegen noch jederseits zwei Bälge oder Säcke, welche doppelt sind.

Die beiden oberen sind länglich und kleiner als die beiden unteren kugelförmigen. Ihr Inhalt besteht aus feinkörniger Masse und jede Abtheilung hat einen hellen Kern und dunkleren Kernkörper.

Man kann diese Säcke mit den eine zähe, braune Masse enthaltenden Blasen des Penis von *Dactylogyrus fallax* nicht vergleichen, welche beiden Seiten der Samenblase anliegen.

Das Ei von *Gyrodactylus elegans* ist nach seiner Ablösung, — einem Act, der, beiläufig gesagt, noch nicht beobachtet wurde, da er sehr langsam vor sich zu gehen scheint, — eine durchsichtige Kugel oder Zelle, deren Kern ganz wasserhell und scharf umschrieben ist, deren Kernkörper aber wie der Dotter leicht opalisirt. Im Kernkörper findet sich zuweilen noch eine Kugel, so hell und so scharf begrenzt, wie der Kern selber. Ihre Bedeutung ist unbekannt geblieben. Man sieht im Eileiter zuweilen sehr kleine Eier liegen (namentlich in kleinen *Gyrodactylus*), welche kaum ein Drittel der gewöhnlichen Grösse

erreichen. Es ist möglich, dass letztere noch im Eileiter wachsen, der stets nur **ein** Ei enthält.

Während das Ei im Eileiter liegt, gehen Veränderungen in ihm vor, welche man gewöhnlich auf die Wirkung der Befruchtung zu beziehen pflegt. Der Kernkörper, anfangs scharf begrenzt, verliert seinen bestimmten Umriss und der zuweilen in ihm vorhandene Fleck ist nicht mehr sichtbar. Je weiter die Auflösung des Keimfleckes vorschreitet, umso durchsichtiger wird der Kernkörper, um so grösser wird der Raum, den er einnimmt. Zuletzt ist der ganz wasserhelle Kern des Eies trübe geworden durch die in demselben schwebend gebliebenen Ueberreste des Keimfleckes.

Es gelang einmal, ein Ei, das dieses Stadium erreicht hatte, bei seinem Eintritt in den Uterus zu beobachten.

Die bei diesem Vorgang auftretenden Erscheinungen lassen sich am besten mit dem Durchfliessen einer zähen Masse durch eine enge Oeffnung vergleichen. Der allmählig sich vergrössernde Dottertropfen, der aus der Papille im Uterus hervorquoll, schien jeden Augenblick abreissen zu wollen. Der Kern oder das Keimbläschen wurde durch die Contractionen des Thieres, welche anscheinend diesen Vorgang bewirkten, gegen den Eingang der Uteruspapille gedrängt. Den hinteren Theil seiner Peripherie umgab dabei noch eine ziemlich starke Dotterschicht. Das Keimbläschen nahm in seiner Bedrängniss alle möglichen Formen an. Jede Ungleichmässigkeit des Druckes bezeichnete eine Gestaltsveränderung des Kernes, der dem Durchtritte des Eies grosse Schwierigkeiten entgegen zu setzen schien.

Plötzlich barst es und das Ei stürzte in den Uterus.

Dort sah man nicht, wie man nach den gewaltsamen Vorgängen hätte glauben mögen, mehrere Tropfen oder eine unregelmässig geformte Masse. Man sah vielmehr im Uterus eine grosse, dunkel opalisirende Kugel, deren ganz gleichförmiges Aussehn sehr an den etwas lichteren Dotter des unverletzten Eies erinnerte. Das beobachtete Thier ging vor dem Eintritt der Furchung[1]) zu Grunde.

1) Furchung nur als Name und nicht als Begriff hier gebraucht.

Es schien sich also der veränderte Inhalt des Keimbläschens innig mit dem Dotter gemischt zu haben oder auch derselbe Process mit dem Keimbläschen und dem Dotter stattgefunden zu haben, der vorher mit dem Fleck des Keimfleckes und diesem selbst, und etwas später mit dem Keimfleck und dem Keimbläschen vor sich ging.

Auch dieser Vorgang ist direct beobachtet worden.

Es fand sich nämlich in einem Uterus eine Kugel, welche der eben beschriebenen, während der Beobachtung entstandenen in allen sichtbaren Eigenschaften vollständig gleich war, während fast bis in die Mitte des sonst leeren Eileiters ein noch mit dem Eierstock zusammenhängendes kleines Ei hineinragte. Plötzlich bildete die im Uterus liegende erste Furchungskugel an ihrem oberen Umfange eine Erhabenheit, deren Basis sich erweiternd nach dem verticalen grössten Kreise der Kugel schnell vorrückte, eine fortgehende und sich vergrössernde tiefe Einschnürung bildend. In der Mitte der Kugel angekommen, hielt sie inne, und sichtlich tiefer greifend erschien schliesslich die Kugel wie durchschnitten.

Weitere Beobachtungen anzustellen verhinderte die, nach einer Viertelstunde schon beginnende Zersetzung des Thieres, während welcher Zeit die beiden an einander klebenden Furchungskugeln sich ganz still verhielten. Auch das Ei am Eingange des Eileiters hatte noch keine Anstalten zur Trennung von seiner Geburtsstätte getroffen.

Die weiteren Furchungserscheinungen treten, wie schon v. Siebold bemerkte, dem Anscheine nach mit grosser Unregelmässigkeit auf. Die Beobachtungen, die ich darüber habe machen können, gestatten folgende Bemerkungen.

Erst nach dieser Zweitheilung der ersten Furchungskugel scheinen vollständige Zellen gebildet zu werden. Während man nämlich sonst gewohnt ist, in der ersten Furchungskugel Kern und Kernkörper sich bilden zu sehen, deren Erscheinung der zweiten Furchung vorhergeht, scheint hier erst die Kern- und Kernkörperbildung nach der ersten Furchung einzutreten.

Wie diese Kern- und Kernkörperbildung vor sich geht, ist schwer zu beobachten. Es ist, als ob im Inneren der Fur-

chungskugel eine Sonderung des Flüssigeren vom Festeren eintritt, da man zuweilen innerhalb der gleichförmigen Masse eine Art von Lockerung der Substanz bemerkt, die sich durch ein grobkörniges Aussehen kund giebt. Zuweilen liess sich dieses Aussehen auf ganz kleine, wasserhelle, dicht bei einander liegende kernartige Bläschen mit entsprechendem Kernkörper zurückführen, zuweilen jedoch gelang es nicht.

Die Kerne und Kernkörper, welche man in den beiden Furchungskugeln antrifft, sind sehr verschieden gross. Der Kern ist immer wasserhell, scharf begrenzt, zuweilen rund, zuweilen oval oder auch mehr oder weniger regelmässig biscuit-, auch wurstförmig. Der Kernkörper ist nur dunkler. Im Uebrigen ahmt er die Gestalten des Kernes nach. Hat ersterer eine gewisse Grösse erreicht, so kann er länglich werden, er kann sich unregelmässig biegen, und seichte Einschnitte an ihm deuten scheinbar auf eine Vermehrung durch Theilung hin.

Hat die Zahl der Zellenkerne, deren Bildungsstätte jeder Theil der Furchungskugel in der Art sein kann, dass sie nicht im Centrum, sondern auch an der Peripherie erscheinen können, zugenommen, so müssen sie der Oberfläche sich nähern, welche sie sichtlich ausbauchen. Dies scheint der Anfang des Austrittes der Zellen aus der Furchungskugel zu sein. Der Kern muss noch von seiner Bildungsstätte etwas mitnehmen, da man nie blosse Kerne mit Kernkörper, sondern stets Zellen in sehr unregelmässiger Weise der Furchungskugel anhaften sieht. Die Oeffnung, aus der eine solche Zelle allmählig heraustritt, muss sich bei der schon oben erwähnten, zähen Beschaffenheit des Eies gleich bis zur Unsichtbarkeit schliessen.

Die Embryonalzellen haften nur mit einem sehr kleinen Theile ihrer Peripherie der Furchungskugel an, doch habe ich nie gesehen, dass sie sich von ihr ganz gelöst hätten, die Bewegungen des Thieres mochten noch so heftig sein.

Bei der Ungleichmässigkeit der Zellenbildung sieht man oft eine Furchungskugel schon ganz von Zellen umlagert und klein geworden, während die andere eben den Zellenbildungsprozess begonnen zu haben scheint, wie aus den zwei oder

drei grossen Kernen und Kernkörpern in ihr und aus ihrer eigenen Grösse geschlossen werden könnte.

Die Zellen so wenig wie die Furchungskugeln füllen anfangs den Uterus aus. Beide schweben in einer sehr klaren Flüssigkeit. Späterhin nimmt die Zahl der Zellen zu und sie werden dabei kleiner. Die Reste der beiden Furchungskugeln, die auch an Umfang verloren haben, bleiben rund. Schliesslich umwachsen die Zellen sie ganz. Die früher sie umspülende Flüssigkeit ist dabei verschwunden; der Uterus umschliesst schon eng seinen Inhalt. In diesem Zustande ist der Embryo ein eiförmiger Haufen von Zellen, welche von innerhalb geringer Grenzen schwankender Grösse sind, und einen sehr hellen Kern, einen dunkleren ovalen oder runden Kernkörper und ebenso dunklen Zellinhalt besitzen.

Schon v. Siebold hat in seiner Darstellung den Unterschied in der Grösse des Eies und des Embryo hervorgehoben und behauptet, dass der letztere bei seiner Entwickelung Nahrung von aussen her, also durch seine Mutter, erhielte. Man kann sich vorstellen, dass die Zellen allein nur die Fähigkeit haben, den Nahrungszuschuss zu verwenden, — oder dass beide, Furchungskugeln und Zellen diese Eigenthümlichkeit hätten. Nimmt man letzteres an, so ist man durch das Kleinerwerden der Furchungskugeln genöthigt, ihnen einen, die Aufnahme übersteigenden Verbrauch der Nahrung zuzuschreiben. Im ersteren Falle jedoch müssen sich die Eigenschaften der Furchungskugeltheile mit der Annahme der Zellform wesentlich ändern.

Die vorhin erwähnten Reste der Furchungskugel, meist ihrer zwei, selten einer, bleiben noch lange sichtbar. Sie finden sich immer in der Gegend, wo man späterhin den Uterus des Embryo sich bilden sieht. Sie sind noch beide vorhanden, wenn starke Vergrösserungen an dem unteren Ende des zelligen, noch ganz ovalen Embryo deutlich die Anfänge der grossen Haken und den Kreis der sechzehn kleinen Spitzen der Schwanzscheibe zeigen.

Dies scheint aber der Zeitpunkt ihrer weiteren Entwicklung zu sein. Man findet um diese Zeit dann nur einen von ihnen, an seinem unteren Rande von Zellen umgeben, welche von

dem Zellenparenchym des Embryo durch eine feine elliptische Linie abgegrenzt sind. Diese Zellen sind von sehr verschiedener Grösse, den ungleichmässigen Prozess der grossen Furchungskugel im Kleinen wiederholend.

Späterhin verschwindet auch der andere Furchungskugelrest, dann sieht man schon bei schwachen Vergrösserungen die Häkchen und Haken der Schwanzscheibe, und die eiförmige, aus gleich grossen Zellen bestehende Figur innerhalb des Embryo erscheint schon auffällig gross.

Bei der weiteren Entwicklung des Embryo werden die Zellen des künftigen Kopftheiles zuerst am kleinsten. Eine Furche, als leichter seitlicher Einschnitt beginnend, theilt, sich vertiefend, in schräger, von unten nach oben aufsteigender Richtung, den Kopftheil ab; oder anders ausgedrückt,der Kopftheil wächst nach dem Schwanztheile hin sich biegend.

Eine Querfurche bezeichnet die Abgrenzung der Schwanzscheibe. Die Häkchen derselben, früher eng mit ihren Spitzen an einander liegend, entfernen sich mehr und mehr von einander.

Feine Linien bezeichnen die Grenzen der einzelnen Organe, unter denen sich der Eierstock und die s. g. einzelligen Drüsen durch die Grösse ihrer Zellen auszeichnen, während die Zellen, welche das Kopfende des Thieres bilden, sich allmählig der Beobachtung entziehen. Die bräunliche Färbung, welche späterhin die s. g. einzelligen Drüsen auszeichnet, tritt zuerst am Ende ihrer Fortsätze in den Kopfzipfeln auf.

Der reife Embryo liegt zusammengebogen im Uterus. Kopf und Schwanz liegen bei einander, sich mit ihren Bauchflächen berührend.

Der embryonale Uterus enthält schon einen Enkel als Embryo, dessen Häkchen schon gestielt sind, obgleich er noch deutlich aus Zellen besteht. Die Anlagen der Organe beginnen schon hie und da sichtbar zu werden und die Stelle des Eierstockes bezeichnen einige durch ihre Grösse sich auszeichnende Zellen.

Innerhalb dieses Enkels, an der Stelle, wo der Uterus sich bildet, liegt schon ein ovaler Zellenhaufen, der deutlich an seinem unteren Ende sechszehn radial gelagerte Häkchen trägt. Hinter ihnen sind die beiden Spitzen der grossen Haken schon sichtbar.

Innerhalb dieses Urenkels ist aber schon bei einiger Aufmerksamkeit eine elliptische Abgrenzung, welche ebenfalls der Stelle entspricht, wo der Uterus künftig erscheint, zu bemerken. Dort sind etwas grössere Zellen sichtbar, die aber unter sich von sehr ungleicher Grösse sind.

Ein solcher Embryo, in welchem man schon ein Ei im Eileiter, Samenthiere im Hoden wahrnimmt, dessen Organe alle vollständig ausgebildet sind, ist zur Geburt reif. Der Uterus, dessen sehr ausgedehnte Wandung ganz den körnigen Belag verloren hat, umschliesst ihn ganz eng. Die Geburt selbst habe ich selten beobachtet, und habe ich der Darstellung von v. Siebold nichts weiter hinzuzufügen. Der Verlauf des Actes ist sehr stürmisch; der Durchtritt erfolgt auf der Bauchseite, in der Nähe des Penis. Die Oeffnung, welche die Schleife des zusammengelegten Embryo durchlässt, schliesst sich sogleich wieder, und der Uterus bleibt noch durch eine klare Flüssigkeit längere Zeit hindurch ausgedehnt, während auf dem leise zuckenden Thiere Falten und Runzeln oft sonderbarer Art entstehen, wie schon oben bemerkt wurde.

Der eben geborene, ganz reife *Gyrodactylus* gleicht in allen Stücken seiner Mutter, nur ist er um ein geringes kleiner.

In seinem Uterus sieht man deutlich zwei in einander geschachtelte neue Generationen, leicht an den Haken kenntlich.

In günstigen Fällen ist auch schon in der zweiten Generation die Andeutung einer dritten zu bemerken.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergiebt sich, dass *Gyrodactylus* wenigstens eine Generation auf geschlechtlichem Wege erzeugt. Wie die Enkel und Urenkel entstehen, ist noch nicht aufgeklärt.

Die Beobachtungen im Vorstehenden haben also ergeben: dass in einem besonderen Organe des *Gyrodactylus elegans* bewegliche Fäden entstehen, die in ihren Entwicklungsformen den Samenthieren anderer niederen Thiere gleichen.

Diese Zoospermien wurden in Berührung mit einem zellenartigen Körper gesehen, welcher alle Eigenschaften eines Eies hatte. Dieses Ei lagerte in dem Ausführungsgange eines Organes, das eiähnliche Zellen enthielt.

Der Hoden communicirte mit dem Eileiter, wie die Wanderung von Zoospermien aus dem Hoden zum Ei, die beobachtet wurde, lehrte.

Es wurden Eier gesehen, deren Keimfleck sich in dem Inhalte des Keimbläschens scheinbar gelöst hatte.

Der Durchtritt des Eies in den Uterus, bei welchem das so veränderte Keimbläschen platzte, und sich so innig mit dem Dotter mischte, dass es bis jetzt unmöglich war, Ungleichförmigkeiten im Dotter zu entdecken, wurde direct beobachtet. Ob diese Art des Eintrittes die normale ist, bleibt dahingestellt.

Im Uterus selbst wurde an einer ebenso aussehenden Kugel die Bildung zweier Furchungskugeln gesehen, welche ohne vorher sichtbare Kern- und Kernkörperbildung stattfand; die darauf folgenden Entwicklungsstadien, in dem Nebeneinander verschiedener Zustände des Eies gesucht, ergaben, dass eine sichtbare Kern- und Kernkörperbildung erst nach der Theilung der ersten Furchungskugel eintritt, deren Producte den Inhalt des Uterus bilden.

Es ist jetzt die Frage: wie entstehen die beiden in einander geschachtelten Embryonen? oder, wie Siebold sich ausdrückt, wie entstehen die in der eben geborenen Tochter sichtbaren Enkel und Urenkel?

In Beziehung hierauf können, wie ich glaube, namentlich folgende drei Vorstellungen in Betracht kommen.

1) Enkel und Urenkel entstehen wie die Tochter, welche sie enthält, d. h. auf geschlechtlichem Wege.

2) Dadurch, dass, wie schon in den Beobachtungen hervorgehoben wurde, Theile der Furchungskugel, aus welcher sich die Tochter entwickelt, übrig bleiben, welche, selbst von der Tochter umwachsen, dasselbe unter sich wiederholen.

3) Enkel und Urenkel sind als Sporen anzusehn.

Die erste Annahme hat darin ihre Schwierigkeit, dass der Embryo, Tochter sowohl wie Enkel, einen anderen Embryo schon zu einer Zeit enthalten, wo sie selbst noch ganz aus deutlichen, anscheinend gleichförmigen Zellen bestehen. Trotz aller Mühe konnte ich keine Samenthiere oder deren Entwicklung auffinden, oder die Abgrenzung eines Hodens ent-

decken. Da man in jeder etwas grösseren Zelle, die in der Nähe des künftigen Uterus sich zufällig findet, ein Ei vermuthen kann, so wäre dies leicht zu beschaffen. Wo will das Ei aber hin? die Reste der Furchungskugeln befinden sich an der Stelle, die das Ei einnehmen müsste, und diese erklären vollständig, dass der Uterus eine offene Höhlung zeigt.

Nur einmal fand sich ein Fall, wo der Uterus eines Embryo leer war. Dieser erste Embryo (also Tochter) zeichnete sich durch zwei Eigenthümlichkeiten aus. Er besass nämlich nur einen, aber missgebildeten grossen Scheibenhaken und hatte einen kleinen, leeren, von etwas klarer Flüssigkeit ausgedehnten, sonst aber normal ausgebildeten Uterus. Ein grosses Ei lag im Eileiter und der Hoden enthielt bewegliche Zoospermien. Da der Foetus selbst, vollständig entwickelt, seinen mütterlichen Uterus noch nicht verlassen hatte, soll man annehmen, dass seine Brut, also der Enkel, schon geboren war?

v. Siebold sagt a. a. O. S. 356:

„Das Interessanteste aber ist, dass in diesem Foetus mit den oben erwähnten Organen, (d. h. den Haken, den Umrissen des Darmes und des Wassergefässsystemes) nicht allein die Keimstätte, sondern auch die Brutstätte (also Uterus) nebst einem Embryo sich entwickeln. Ich konnte dabei die Entwicklung des Keimkörpers innerhalb der Keimstätte dieser ungeborenen Tochterindividuen auf dieselbe Weise vor sich gehen sehen, wie ich sie in der Keimstätte der Mutterindividuen beobachtet hatte.“

Hieraus scheint hervorzugehen, dass v. Siebold den ganzen Vorgang der Embryonalbildung in dem Tochterindividuum beobachtet hat. Gleich darauf aber äussert sich v. Siebold, dass, wenn die sechszehn Häkchen und die grossen Hakenanfänge am Enkel unterschieden werden können, auch „die Keimzelle des Tochterindividuums durch ihre Grösse hervorsticht.“

v. Siebold hat also die Keimzelle (das Ei) ebenfalls, wie ich, erst nach der beginnenden Entwickelung des Enkels gesehen. Wie nun aber die Entwickelung der Keimzelle (des Eies) innerhalb des Uterus im neugeborenen Tochterindividuum vor sich geht, wird nicht weiter angegeben, als durch die Berufung auf den Vorgang in der Mutter.

Dass diese Schilderung hier nicht angewandt werden kann, geht aus der letztangezogenen Stelle der Siebold'schen Beobachtungen hervor.

Schliesslich wäre noch zu bemerken, dass die Häkchen am Embryo mit starken Vergrösserungen sehr früh zu entdecken sind. Die sechszehn V förmigen, radial gestellten Figuren sind, nebst den Anfängen der grossen Haken, sehr blass, klein, und deshalb leicht zu übersehen. Sie finden sich schon, obgleich mit grosser Mühe, wenn von hervorstechenden grossen Zellen unterhalb des Uterus noch gar keine Spur zu sehen ist.

Setzt man voraus, dass jeder normal entwickelte *Gyrodactylus* gewissermassen die Verpflichtung hat, drei in einander steckende Generationen zu erzeugen, so würden sie bei der Annahme, dass alle auf geschlechtlichem Wege erzeugt würden, den v. Siebold'schen Bezeichnungen: Tochter, Enkel und Urenkel entsprechen.

In der zweiten Anschauungsweise würden, in gleichlaufender Weise benannt, die drei Generationen Geschwister zu nennen sein, welche zu gleicher Zeit erzeugt, aber zu ungleicher Zeit geboren würden.

Die an der Spitze stehende Voraussetzung angenommen, würde die zweite hervorgehobene Möglichkeit auch zu der Annahme zwingen, dass jede Erstgeburt eines geschlechtsreif eben geborenen *Gyrodactylus* noch von Theilen der Furchungskugeln abstammt, welche der zuerst geschaffene, der Stammvater der Gyrodactylen erzeugt hat. Dies ergiebt sich aus dem Sachverhalt, dass der im Uterus befindliche Embryo der Tochter einst Urenkel oder dritte Tochter war, mit Ausnahme dessen, der sich in dem Uterus der Tochter des Stammvaters befand, und der mit dem Namen „Enkel" oder zweite Tochter hätte belegt werden müssen.

Die Gründe, auf welche die zweite mögliche Vorstellung sich stützt, sind:

Die ungleichmässige Zellenbildung aus den beiden Furchungskugeln, in Folge deren sich noch zwei meist gleich grosse Reste derselben zu einer Zeit im Embryo finden, wo dieser den mütterlichen Uterus ganz ausfüllend, schon die Ha-

der Schwanzscheibe trägt; — ferner, dass sich häufig eine Dotterkugel von einem deutlich abgegrenzten Zellenhaufen halb umfasst findet; — dass diese Kugeln und der Zellenhaufen immer an der Stelle zu finden war, wo der künftige Uterus sich entwickelt; — und dass schliesslich, nach ihrem Verschwinden an eben der Stelle sich ein ovaler, von der zelligen Masse des Embryo deutlich abgegrenzter Zellenhaufen nachweisen lässt, der später die charakteristischen Häkchen zeigt.

Eine unter solchen Umständen merkwürdige Erscheinung ist auch die **vor** einer sichtbaren Kern- und Kernkörperbildung eintretende Spaltung der ersten Furchungskugel (Reichert), wodurch diese gewissermassen in zwei secundäre erste Furchungskugeln zerlegt wird, vorausgesetzt, dass die Zellenkernbildung ein nothwendiger Vorläufer der weiteren Furchung ist.

In der dritten Anschauungsweise würden im noch ganz aus anscheinend gleichförmigen Zellen bestehenden Embryo die mittleren Zellen die Eigenschaft besitzen müssen, sich von den anderen zu trennen, um einen Embryo zu bilden, ein Prozess, der von der Spore noch einmal wiederholt wird und welcher in der oben erwähnten Voraussetzung von derselben Unendlichkeit sein würde, wie in der zweiten Möglichkeit. Zugleich aber würde geschlechtlich und ungeschlechtlich eine nach den bisherigen Beobachtungen genau übereinstimmende Thierform erzeugt werden, und die beständig bei der Entwicklung vorhandenen Reste der Furchungskugeln blieben ohne Bedeutung, nebst allen damit in Verbindung stehenden Beobachtungen.

Was aber die Voraussetzung, dass jeder *Gyrodactylus* drei in einander geschachtelte Generationen in sich erzeugen muss, anbetrifft, so lässt sich die Richtigkeit derselben aus dem bis jetzt Bekannten durchaus nicht erweisen.

Es bleibt immer noch für die Vermuthung Raum, dass der letzte, zu innerst liegende Embryo, während seines Verweilens innerhalb des mütterlichen Uterus oder auch nach der Geburt seinen leer gebliebenen Brutraum mit einem befruchteten Eie erfüllt.

Literatur.

von Nordmann in: Mikrographische Beiträge. I. 106. Taf. X. Fig. 1—3.
Annales des Scienc. naturelles. Tom. XXX. Pl. XIX. Fig. 7.

Creplin in: Ersch und Gruber, Encyclopädie. XXXII. S. 301.
Froriep, Neue Notizen. VII. 84.
Wiegmann's Archiv 1839. S. 164. Bd. II.

Dujardin in: Histoire naturelle des Helminthes. p. 480.

v. Siebold in: Zeitschrift für wiss. Zoologie von v. Siebold und Kölliker. I. S. 347. 1849.

Diesing in: Systema helminthum. I. S. 432, 649, 651.
Sitzungsberichte der mathem. naturw. Klasse der K. K. Akademie in Wien. XXXII. S 375. 1858.

Wagener in: Natuurkund. Verhandeling. Haarlem. XIII. pag. 51–54.

van Beneden: Mémoire couronné sur les Vers intestinaux. p. 63.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII. und XVIII.

Fig. 1. Ein sehr grosser *Gyrodactylus* von der Rückseite gesehn. Er enthält drei Generationen, welche durch die Schwanzscheibenhaken bezeichnet sind. Die vierte scheint schon in der Anlage vorhanden zu sein. (Vergrösserung 280.)

a. Die beiden Kopfzipfel, welche durch die ausgedehnten Ausführungsgänge der s. g. einzelligen Drüsen etwas walzenförmig geworden sind.

b. Die durchscheinende quere Mundspalte.

c. Der, wie bei den Octobothrien in einem Sacke liegende Schlundkopf mit seinen acht auf eben so viel zellenartigen Abtheilungen aufsitzenden beweglichen Spitzen.

d. Der zweischenklige Darm, der sich fast ganz ohne Oesophagus c anschliesst.

d' Seine beiden etwas erweiterten blinden Enden, die sich in der Mittellinie des Thieres einander nähern. Sie werden durch den sich ausdehnenden Uterus von einander entfernt.

e' Der erste, schon zur Geburt reife Embryo.

e'' Der in e' enthaltene Embryo.

e''' Der in e'' enthaltene Embryo.

e'''' Die in e''' schon sichtbaren Spuren eines vierten Embryo.

In e′ sind schon alle Organe, welche die Mutter hat, sichtbar. In e″ nur ein Theil derselben.

NB. Die Organe haben dieselben Buchstaben wie die des Mutterthieres, doch mit dem Unterschiede, dass die Buchstaben auf den Kopf gestellt sind und die Striche dabei den Embryo anzeigen; also: c′ ist der Schlundkopf des ersten — c″ der Schlundkopf des zweiten Embryo.

f. Der auf der Bauchseite liegende, aus vielen Abtheilungen bestehende Eierstock. Jede der Abtheilungen zeigt mehrere Kerne und Kernkörper.

g. Der unter dem Rücken liegende Hoden. Es ist dies der Raum, in welchem v. Siebold einzelne sich bewegende Samenfäden sah. Er ist zuweilen ganz mit kleinen Zellen gefüllt. Bei weiter fortschreitender Entwicklung derselben erscheint eine klare Flüssigkeit in ihm, in welcher sich zuweilen die Samenfäden lebhaft bewegen. Ganz gefüllt mit Samenfäden sah ich ihn bis jetzt noch nicht. Er wird bei der Vergrösserung des Uterus auch herabgedrängt.

h. Die Schwanzscheibe mit den Rand- und Centralhaken.

i. Die unter dem Rücken liegenden s. g. einzelligen Drüsenhaufen, deren Ausführungsgänge erst nach der Bauchseite herabsteigend sich dann nach den Kopfzipfeln wenden, an deren Spitze sie ausmünden.

i′ Der oberste,

i″ der mittlere,

i‴ der unterste und grösste Haufen derselben. Sie sind dunkel und haben Kern und Kernkörper.

k. Der an ihrer inneren Seite liegende Haufen heller Zellen, welche Kern und Kernkörper besitzen und zum Ersatze von i‴ zu dienen scheinen, an Zahl wechselnd.

l. Das auf der Bauchseite im Eileiter liegende Ei.

Fig. 2. Ein kleinerer *Gyrodactylus* von der Seite gesehen. (Vergrösserung 240.)

Die Buchstaben bezeichnen dasselbe wie in Fig. 1.

p. Das penisartige Organ, was dicht unter der Bauchseite liegt.

v. Die unter der Bauchfläche verlaufenden Gefässe.

w. Die Flimmerlappen in dem Zwischenraume der Randhaken. Es schien manchmal, als befände sich am Rande der Scheibe an diesen Stellen eine Oeffnung.

m. Die Grube, die sich zuweilen über der Schwanzscheibe befindet.

Fig. 3—7 sind verschiedene Zustände der Eier im Eileiter. (Vergrösserung 510.)

Fig 3. y. der noch scharf umgrenzte Keimfleck mit

z. dem zuweilen sichtbaren hellen Raum in ihm.

In Fig. 4—7 sieht man, wie der Keimfleck y sich allmählig wie ein in Wasser gelegter Schneeballen auflöst.

Fig. 8 die erste Furchungskugel oder das Ei nach seinem Eintritte in den Uterus, dessen Wandung ein körniger Belag auskleidet. (Vergrösserung 510.)

Fig. 9 und 10. Die beobachtete Veränderung an dem in Fig. 8 dargestellten Eie. Der Zipfel an der ersten Furchungskugel in letzterer Figur war der Anfang der Furche, welche in Fig. 9 das Ei noch nicht vollständig, in Fig. 10 dagegen vollständig durchschnitten hat. Doch liegen beide ersten Furchungskugeln eng an einander.

Fig. 11 bis 17 die weiteren Veränderungen der Furchungskugeln. (Vergrösserung 510.)

u′ Die von heller Flüssigkeit ausgedehnte Uterushöhle.

u″ Der feinkörnige Belag der inneren Uteruswand.

u. Die Wandung des Uterus.

d. Das den Uterus umfassende Darmrohr.

Fig. 11 zeigt durchsichtige Kerne, mit dunkleren Kernkörpern in den Furchungskugeln.

Fig. 12. Weitere Fortschritte in der Zellenbildung der Furchungskugeln. Die Zellen hängen den Furchungskugeln an.

u‴ Bläschenförmiger Uterusbelag an der Stelle, wo das Ei eintrat.

x. Ganz kernfreier Furchungskugelrest.

Fig. 13. Weiter vorgeschrittene Zellenbildung.

Fig. 14. Die Zellen haben die beiden Reste der Furchungskugeln ganz umwachsen.

x′ Der kleinere Rest auf

x″ dem grösseren liegend.

Fig. 15. Ein Fall, in welchem nur ein Furchungskugelrest sich vorfand.

Fig. 16. Ein Fall mit zwei gleich grossen, ebenfalls ganz von Zellen mit hellem Kern und dunklerem Kernkörper umwachsenen über einander liegenden Furchungskugelresten.

Fig. 17. Die Uteruswand u hat nur an ihrem unteren Ende einen Ueberrest des Belages behalten. u″ die Zellen, aus denen der Embryo besteht, füllen die Uterushöhle ganz aus. Der Rest der Furchungskugel x′ fängt an, sich in Zellen umzubilden; er umgiebt die untere Fläche des noch ganz intacten zweiten Furchungskugelrestes x″, der sich durch seine dunklere Färbung auszeichnet. — Beide sind ganz von den Zellen des Embryo umgeben und bedeckt.

h. Die schwer zu entdeckenden kleinen Scheibenhaken des noch ganz aus Zellen bestehenden Embryo.

Wenn man Fig. 17 mit dem Uterus von Fig. 2 vergleicht, so sieht man die Furchungskugelreste genau an der Stelle liegen, wo e″ der zweite Embryo sich befindet.

Fig. 18. Die Geschlechtsorgane von *Gyrodactylus elegans* vom Rücken gesehen. (Vergröss. 500 mal.)

f. Der Eierstock mit seinen Abtheilungen und seinen Kernen.

l. Ein Ei im Eileiter liegend, mit Samenfäden.

g. Der Hoden.

g' Sein mit Samenfäden gefüllter Ausführungsgang, der in den Eileiter mündet.

u. Uteruswand.

u' Uterushöhle mit dem feinkörnigen Belage.

u'''' Die Papille, durch welche das Ei tritt.

Fig. 19. Samenfäden und ihre Entwicklungsformen, sehr stark vergrössert.

Fig. 20. Das unter der Bauchfläche liegende penisartige Organ. (Vergr. 620 mal.)

1. Die kleinen Haken, deren Spitzen nach einer centralen Oeffnung hinsehen.

2. Der grössere eigenthümlich gestaltete Haken.

t. Der birnförmige, anscheinend mit einem Canale versehene Körper innerhalb des kugligen Sackes, dessen oberen Theil die Hakenspitzen einnehmen, deren Sohlen meridional über ihn herablaufen.

o. Der mit körniger Masse erfüllte dickwandige Sack, der in den birnförmigen Körper ausmündet.

p. q. r. s. Die vier körnigen Körper, jeder mit zwei hellen Kernen versehn.

Fig. 21. Die Hakenarten des penisartigen Organes, sehr stark vergr.

1. Einer der kleinen.

2. Der grosse.

Fig. 22. Der Schlundkopf in seinem Sacke, von der Rückseite. (Vergr. 620 mal.)

h. Mundöffnung, welche in den Sack führt.

c. Die acht längsgestreiften Spitzen des Schlundkopfes.

c' Die acht zellenartigen Abtheilungen des Schlundkopfes.

c'' Die hellen Kerne derselben mit Kernkörpern.

In den Schlundköpfen von anderen Trematoden fanden sich auch öfters 3 oder 4 solcher hellen kernartigen Gebilde mit Kernkörpern.

i'''' Ausführungsgänge von drei kleinen drüsenartigen Körpern, meist ohne Kerne. Ob sie auf der Haut oder in den Schlundkopfsack ausmünden, weiss ich nicht.

d. Der Darm mit seiner structurlosen äusseren Haut, der ein dicker, manchmal wie aus Zellen bestehender körniger Belag ansitzt.

Fig. 23. Kopftheil des *Gyrodactylus elegans* von der Bauchseite aus. (Vergröss. 510 mal.)

a. Kopfzipfel, aus deren Spitze eine durchsichtige Masse quillt, welche sich genau im Bereich der Zellendrüsengänge hält

b. Mundöffnung, aus welcher die acht Schlundkopfspitzen hervorgetreten sind. Sie bilden acht sehr durchsichtige anscheinend structurlose Arme, welche sich langsam bewegen.

i'. i''. i''' Die am Rande des Thieres liegenden einzelnen Gruppen einzelliger Drüsen, deren Zahl unbeständig ist.

i'''' Die Drüsengruppe, welche ihre Gänge über die Rückseite des Schlundkopfes schickt.

k. Die unter der Rückseite des Thieres liegenden helleren Reservezellen.

n. Unter der Rückseite liegende vier grosse Zellen, deren Bedeutung unbekannt. Die darüber hinziehenden Längsstreifen auf der Bauchseite sind durch das Hervortreten der Schlundkopfspitzen entstanden.

Fig. 24. Das centrale Polster der Schwanzscheibe mit den beiden darin liegenden grossen Haken und deren Klammern. (520 mal. Vergr.)

5. Der eine auf der Kante liegende grosse Haken, bis an die Spitze von der längsstreifigen fleischigen Masse überzogen.

6. Die untere schmale Klammer.

7. Die obere Klammer mit der schürzenförmigen Verlängerung 8.

9. Die Oeffnung im Polster für die Hakenspitze.

10. Das streifige fleischige Polster.

Fig. 25. Alle Haken der Schwanzscheibe. (Vergröss. 510 mal.)

1—4 die einzelnen Theile der kleinen Randhaken.

1. Die Hakenspitze.

2. Die unter der Rückseite der Scheibe liegende Oese des Hakens.

3. Die beiden feinen nach dem Mittelpunkte der Schwanzscheibe hin streichenden Faserbündel, welche an den Bogen der Oese gehn.

4. Der am freien Ende geknöpfte Stiel, noch einmal so lang als die Oese. Er verläuft unter der Bauchseite der Schwanzscheibe.

5—8 bezeichnet dasselbe wie in der vorigen Figur.

9. Ist die Einfassung von fester Substanz (der ähnlich, aus der die Haken bestehn), welche den oberen Rand des Loches einfasst, aus dem die Hakenspitze hervortritt.

9' sind Kügelchen aus fester Substanz, welche mit der Hakenbildung zusammen zu hängen scheinen.

Fig. 26. Ein kleiner Randhaken, sehr stark vergrössert.

Bezeichnung wie vorher.

Fig. 27. Der einzige missgebildete grosse Haken des im Text erwähnten Embryo, dessen Uterus keinen Embryo, sondern nur eine klare Flüssigkeit enthielt, welche ihn ausdehnte. Er hatte normale Randhaken, keine Klammern, war im übrigen aber normal. (510 mal. Vergröss.)

Untersuchungen über die Leitung der Erregung im Nerven.

Von

Dr. Hermann Munk in Berlin.

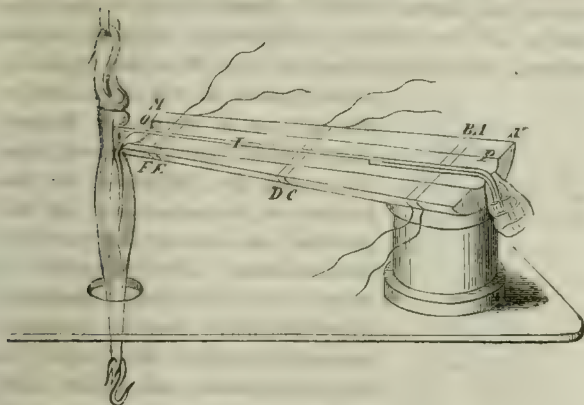
I.

Nach den Erfahrungen, welche in der jüngsten Zeit in Betreff der Erregbarkeit verschiedener Stellen des Nerven gemacht worden sind, schien es mir gegenwärtig eine Frage von grösserem Interesse zu sein, ob die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven im Verlaufe desselben immer die nämliche sei. Die Beantwortung dieser Frage und einiger an ihre Lösung sich anreihenden Fragen sollen diese Mittheilungen enthalten.

Herr Professor du Bois-Reymond hatte die Güte, die Räumlichkeiten und Apparate des hiesigen physiologischen Laboratoriums für die folgenden Untersuchungen mir zur Verfügung zu stellen. Ich freue mich, meinem innigen Danke hierfür auch hier öffentlich Ausdruck geben zu können.

Zur Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven wandte ich das graphische Verfahren in der von Helmholtz angegebenen Weise an. Auf die mattgeschliffene Glasplatte des Helmholtz'schen Myographions setzte ich ein 65 Mm. langes, an dem einen Ende 10 Mm., an dem anderen Ende 24 Mm. breites gefirnisstes Brettchen (M N Fig. 1), das auf einem passend hohen hölzernen Fusse befestigt war. Das schmalere Ende desselben war dem für die Aufnahme des Muskels bestimmten Raume zugewandt und besass eine mässige Concavität, um bis nahe zur Berührung dem oberen Ende des Muskels genähert werden zu können. In der ganzen Länge des Brettchens verlief in der Mitte desselben eine leichte rinnenförmige Vertiefung (O P). Quer über das Brettchen waren

Fig. 1.



einander parallel sechs Silberdrähte von 0,25 Mm. Dicke gespannt, so zwar, dass je zwei derselben (A, B–C, D–E, F) genau 3 Mm. von einander entfernt waren. Zudem war die Entfernung des Drahtes B von dem Drahte D genau gleich der Entfernung des Drahtes D von dem Drahte F und betrug 23 Mm. Endlich war der Draht F von dem Ende O des kleinen Apparates 5 Mm. entfernt. Diese Bestimmungen der Abstände der Drähte waren sämmtlich im mittleren Theile des kleinen Apparates, auf der Längsrinne, gemacht worden.

Die sechs Silberdrähte dienten nun als drei Elektrodenpaare (A und B — C nnd D — E und F), vermittelst welcher dem auf sie oberhalb der Längsrinne gelegten Nerven J des Nervmuskelpräparates an drei Stellen seines Verlaufes der erregende Strom zugeführt werden konnte. Um eine etwaige Verschiebung der Elektrodenpaare am Nerven, wenn dieser einmal aufgelegt war, zu verhüten, war die untere Fläche des Fusses des kleinen Apparates mit einer dünnen Wachsschicht überzogen, so dass ein leichter Druck ausreichte, um den Apparat auf dem ihm zugewiesenen Platze sicher zu fixiren.

Der Leser wird aus dem Vorausgeschickten den Plan, welcher der Untersuchung zu Grunde lag, schon errathen haben

Der Nerv sollte an den drei Stellen A B, C D und E F erregt werden, und jedesmal sollte der Muskel die Curve seiner Verkürzung auf dem rotirenden Cylinder des Myographions verzeichnen. Für den Fall, dass auf diese Weise drei Curven erhalten wurden, die von congruenter Gestalt und nur in horizontaler Richtung gegen einander verschoben waren, mussten sodann die Differenzen der dem Beginne der Muskelzuckung, vom Augenblicke der Reizung an gerechnet, entsprechenden Abscissenwerthe je zweier der drei Curven unmittelbar Aufschluss geben über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den Nervenstrecken BD und BF. Nehmen wir an, die drei Curven der schematischen Figur 2 wären diejenigen, welche wir nach der Erregung der drei Nervenstellen A B, C D und E F auf unserem Cylinder gezeichnet fänden, so würde aus ihnen, da $\beta\delta = 2\gamma\delta$, sogleich sich folgern lassen, dass die Erregung in der Nervenstrecke B D mit derselben Geschwindigkeit fortgepflanzt wird, wie in der gleichlangen Nervenstrecke D F.



Fig. 2.

Bei dem ersten Theile meiner Versuche drehte sich der Zeichencylinder 8 Mal in der Secunde um seine Axe. Um die Erregung des Nerven immer genau zu derselben Zeit, d. h. wenn der Cylinder eine bestimmte Geschwindigkeit erlangt hatte, durch das Herabfallen des Hebels μ[1]) stattfinden zu lassen, benutzte ich eine dem hiesigen Myographion

1) S. H. Helmholtz, Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit u. s. w. Müller's Archiv 1852. S. 207 ff.

eigens zu dem Zwecke beigegebene Vorrichtung. Doch konnte es trotz aller Vorsichtsmassregeln nicht verhindert werden, dass die Drehungsgeschwindigkeit des Cylinders für die verschiedenen Einzelversuche bis um $^1/_{100}$ ihres Werthes schwankte. Später fand ich ein anderes Mittel, die Erregungen rechtzeitig herbeizuführen. Dieses Mittel, welches ich stets in dem zweiten Theile meiner Versuche angewandt habe, ist aber zu speciell auf den hiesigen Apparat berechnet, als dass ich es aufführen könnte. Es genügt hier, wenn ich angebe, dass Curven, welche bei Erregung derselben Stelle des Nerven hinter einander erhalten waren, wofern nur ihre Maximalordinate dieselbe Grösse hatte, stets genau einander deckten, so dass von einem bestimmbaren Fehler in der Drehungsgeschwindigkeit gar nicht mehr die Rede sein konnte. Bei diesem zweiten Theile der Versuche liess ich übrigens den Zeichencylinder 12 Mal in der Secunde sich um seine Axe drehen.

Das Nervmuskelpräparat wurde für alle Versuche in der Weise hergerichtet, dass der Ischiadicus in seiner ganzen Länge erhalten und an seinem centralen Ende mit einem Stücke der in der Höhe des siebenten Wirbels durchschnittenen Wirbelsäule in Verbindung blieb. Bei dem Auflegen auf den kleineren Zuleitungsapparat wurde der Nerv immer so weit gedehnt, bis von der Fontana'schen Streifung keine Spur mehr an ihm sichtbar war. Der auf die gewöhnliche Weise aufgehängte Muskel war oben durch die Elfenbeinplatte des Apparates und eine noch über diese gebreitete dicke Guttaperchaplatte mit mittlerem Ausschnitte, unten durch einen oder mehrere Glashaken, welche den durch die Sehne gesteckten Kupferhaken mit dem den Schreibhebel tragenden Messingrahmen in Verbindung brachten, isolirt. Auf den Tisch des Myographions wurde stets ein grösserer viereckiger Glaskasten gesetzt, dessen Innenraum einige an seinen Wänden befindliche Fliesspapierstreifen mässig feucht erhielten, so dass Nerv und Muskel genügend vor dem Austrocknen geschützt waren.

Die Erregung des Nerven erfolgte durch den Oeffnungs- oder Schliessungsinductionsstrom der secundären Spirale des du Bois'schen Schlittenmagnetelektromotors. Der Schliessungs-

inductionsstrom wurde erhalten, indem durch das von dem Daumen der Schwungscheibe geleistete Umwerfen des Hebels, welcher den Platincontact am Helmholtz'schen Myographion vermittelt, eine relativ sehr gute Nebenschliessung geöffnet wurde zu dem Kreise, in welchem sich die primäre Rolle des Magnetelektromotors befand. Die Richtung der erregenden Ströme im Nerven war bald die aufsteigende, bald die absteigende. Doch ist hervorzuheben, dass während der Benutzung eines und desselben Präparates in der Regel nur mit gleichgerichteten Schliessungs- oder Oeffnungs-Inductionsströmen gearbeitet wurde, indem dann die Oeffnungs- resp. Schliessungsschläge abgeblendet wurden.

Der Magnetelektromotor, welchen ich anwandte, war für einen besonderen Zweck grösser als gewöhnlich gebaut worden. Die primäre Rolle dieses Apparates ist 140 Mm. lang, hat 37 Mm. im Durchmesser und zeigt 92 Windungen eines 1 Mm. dicken Kupferdrahtes: von der 130 Mm. langen secundären Rolle kann ich nur angeben, dass sie 9845 Windungen eines nahezu so dünnen Kupferdrahtes, wie er für die empfindlichsten Multiplicatoren jetzt verwandt wird, besitzt. Um Inductionsströme von möglichst kurzer Dauer zu erzielen, waren aus der primären Rolle alle Eisendrähte entfernt. In dem primären Kreise befand sich ein Daniell'sches Element.[1])

Vor Allem war nun bei der Untersuchung ein Hauptaugenmerk darauf zu richten, dass die unmittelbare Erregung durch den inducirten Strom jedes Mal auch wirklich auf die Stelle des Nerven beschränkt blieb, welcher sie zugedacht war.

Es wurden daher zunächst die Leitungen zu den drei Elektrodenpaaren auf das Sorgfältigste isolirt. Die Silberdrähte wurden, mit Ausnahme der über die Längsrinne des kleinen Zuleitungsapparates gespannten kurzen Strecken, in ihrem ganzen Verlaufe gefirnisst, und die langen besponnenen Kupferdrähte, an welche jene gelöthet waren, ein jeder in einen

1) Die hier gemachten Angaben haben für alle folgenden Versuche Geltung, bei welchen sich nicht besondere Bestimmungen finden werden.

Kautschukschlauch gehüllt. Auf verschiedenen Seiten des Myographions wurden sodann die drei Paare von Leitungsdrähten von dem Glastische des Apparates herabgeführt. An seinem anderen Ende stand jeder Kupferdraht mit einem Eisenhaken in Verbindung, der in einem Korkstücke befestigt war, und vermittelst dieser Korkstücke wurden nun je zwei Eisenhaken, welche demselben Stromkreise angehören sollten, in einer bestimmten Entfernung von einander auf eine Glasplatte aufgekittet. Endlich wurden in einem etwas geringeren Abstande auf einer vierten Glasplatte zwei Quecksilbernäpfchen angebracht, mit welchen wiederum vermittelst zweier Eisenhaken und gut isolirter Leitungsdrähte die Pole der secundären Spirale des Magnetelektromotors in Verbindung gesetzt wurden.

Vermittelst dieser Einrichtung war es leicht, bald dieser bald jener der drei auf den Elektrodenpaaren des kleinen Zuleitungsapparates aufliegenden Nervenstellen den erregenden Strom zuzuführen, indem es hierfür genügte, die beiden Eisenhaken der betreffenden Leitung in die Quecksilbergefässe zu senken. Allerdings hätte sich dieser Zweck durch das Einführen mehrerer Pohl'scher Commutatoren mit ausgenommenem Kreuze in den Kreis der secundären Spirale noch leichter erreichen lassen, und in der That war so die Anordnung, welche ich zuerst getroffen hatte. Allein ich überzeugte mich bald auf das Unzweifelhafteste, dass bei nur einigermassen starken Inductionsströmen das Holz der Commutatoren nicht genügend isolirte, so dass nicht unbeträchtliche Stromtheile in andere Leitungen als die, welche in den Kreis aufzunehmen beabsichtigt war, sich abzweigten.

Natürlich mussten diese an den Commutatoren gemachten Erfahrungen mich auch an der Brauchbarkeit meines kleinen Zuleitungsapparates irre werden lassen. Doch stellte sich mein Misstrauen als ungerecht heraus. Denn nachdem die Einrichtung so, wie sie eben beschrieben wurde, getroffen war, erwiesen sich die Leitungen, selbst wenn vier kleine Grove'sche Elemente im primären Kreise sich befanden und die secundäre Rolle des Magnetelektromotors ganz über die primäre geschoben war, als vollkommen sicher isolirt.

Hiermit war jedoch erst ein Theil der Aufgabe gelöst; es mussten noch die unipolaren Inductionswirkungen durchaus vermieden werden. Diese waren aber bei unserer Untersuchung um so mehr zu fürchten, als sie in beiderlei Form, wie sie von du Bois-Reymond den Erscheinungen an der offenen und an der unvollkommen geschlossenen Säule verglichen worden sind,[1]) auftreten konnten. Denn wiewohl die sechs Drähte des kleinen Zuleitungsapparates, damit der Nerv allen gleichzeitig aufliegen konnte, sorgfältig in einer Ebene ausgespannt waren, so zeigte es sich doch schon bei den ersten Prüfungen des Apparates, dass hin und wieder der Fall eintreten konnte, dass der Nerv die eine oder die andere der sechs Elektroden nicht berührte. Allerdings hätte sich gerade diese Fehlerquelle wohl ohne Weiteres durch einen etwas grösseren Zeitaufwand vor dem Beginn jedes Versuches vermeiden lassen; allein bei einigen Versuchen kam es eben darauf an, die ersten Erregungen des Nerven möglichst früh vornehmen zu können.

Es mussten nun wiederum diese und andere Versuche oft so lange ausgedehnt werden, bis die Erregbarkeit des Nerven auf eine niedere Stufe gesunken war, so dass dann Controllversuche, um die Abwesenheit unipolarer Zuckungen zu erhärten, an den angewandten Präparaten selbst nicht mehr beweiskräftig waren. Dies bestimmte mich, unmittelbar zu ermitteln, wie die unipolaren Wirkungen unbedingt ausgeschlossen werden konnten. Die hierauf bezüglichen Versuchsreihen wurden in grosser Anzahl angestellt und zu verschiedenen Zeiten, immer mit den nämlichen Ergebnissen, welche ich sogleich zusammenstellen werde, wiederholt. Es braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden, dass bei diesen Versuchen genau die Bedingungen eingehalten waren, unter welchen die Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven angestellt werden sollten. Nur das wäre vielleicht hervorzuheben, dass die Schliessung resp. die Oeffnung des inducirenden Stromes auch hier durch den Daumen der 8 oder

---

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 429 ff.

12 Mal in der Secunde um ihre Axe rotirenden Schwungscheibe vermittelt wurde.

War der Muskel auf die oben angegebene Weise isolirt und der unterhalb der Reizungsstelle unterbundene[1]) Nerv über die beiden Elektroden des Stromkreises gut gebrückt, so verblieb, selbst wenn die secundäre Rolle des Magnetelektromotors ganz über die primäre geschoben war, in den allermeisten Fällen der Muskel im Ruhezustande. Nur einige Male beobachtete ich bei scheinbar vollkommener Isolation des secundären Stromkreises und des Präparates bei der Anwendung des Oeffnungsinductionsstromes unipolare Zuckungen. Doch waren diese nur sehr schwach und verloren sich, sobald die secundäre Spirale nur ein wenig zurückgeschoben wurde.

War unter sonst denselben Verhältnissen der Muskel abgeleitet,[2]) so kamen, wofern das Präparat recht leistungsfähig und erst vor Kurzem hergerichtet war, unipolare Zuckungen immer bei dem Oeffnungsschlage, fast immer bei dem Schliessungsschlage zur Beobachtung, wenn die secundäre Rolle ganz aufgeschoben war. Bei weniger leistungsfähigen oder schon seit längerer Zeit hergerichteten Präparaten aber traten bei derselben Stellung der secundären Rolle jene Zuckungen nicht auf. Ebenso blieben, selbst bei den frischesten und erregbarsten Präparaten, die unipolaren Wirkungen stets aus, wenn die secundäre Rolle auf einen Abstand von 30 Mm. bei der Reizung durch den Schliessungsinductionsstrom, von 50 Mm. bei der Reizung durch den Oeffnungsinductionsstrom von der primären Rolle gebracht war.

Gefährlicher als diese Fälle, in welchen durch den Nerven der Inductionskreis geschlossen wurde, erwiesen sich die anderen, in welchen der Nerv nur das eine metallische Ende des Inductionskreises berührte. Hier traten bei Ableitung des Muskels und aufgeschobener secundärer Rolle, wenn die Erregbarkeit des Nerven nicht gar zu gering war, ohne Ausnahme, so-

1) Statt der Unterbindung wurde auch Durschschneldung und Zusammenkleben der Schnittflächen angewandt.

2) Statt der Glashaken wurde zu dem Zwecke eine Reihe von Kupferhaken zwischen die Sehne und den den Schreibhebel tragenden Messingrahmen eingeschoben.

wohl bei dem Schliessungs- wie bei dem Oeffnungsschlage, heftige Zuckungen auf. Aber diese Zuckungen blieben in vielen Fällen auch bei scheinbar guter Isolation nicht aus, wenngleich ihre geringere Stärke hier sich nicht verkennen liess. War (bei Ableitung des Muskels) die secundäre Spirale um 80 Mm. bei dem Schliessungsschlage, um 100 Mm. bei dem Oeffnungsschlage von der primären entfernt, so verblieb der Muskel regelmässig in Unthätigkeit, und unter der grossen Zahl von Versuchen habe ich nur ein Mal bei dem Schliessungsinductionsstrome, als die secundäre Rolle bereits 90 Mm. von der primären entfernt war, und zwei Mal bei dem Oeffnungsinductionsstrome, als diese Entfernung 100 Mm. betrug, noch sehr schwache Muskelcontractionen erfolgen sehen.[1])

Die Erfahrungen, welche wir über das Auftreten der unipolaren Zuckungen bei der Anwendung des Schliessungsinductionsstromes gesammelt haben, weichen sehr von den Angaben Pflüger's ab, nach welchem dem Schliessungsschlage unipolare Wirkungen überhaupt nicht zukommen sollen.[2]) Des allgemeineren Interesses des Gegenstandes wegen habe ich in der Hoffnung, dem Grunde jener Abweichung vielleicht auf die Spur zu kommen, meine Versuche noch etwas abgeändert. Wie wir uns erinnern, war bei den Versuchen, deren Ergebnisse wir eben zusammengestellt haben, der Schliessungsinductionsstrom auf die Weise erhalten worden, dass durch den Daumen

---

1) Wenn eben gesagt wurde, dass bei aufgeschobener secundärer Rolle, wenn der Muskel, dessen Nerv mit einem Ende des offenen Inductionskreises in Verbindung stand, abgeleitet war, ohne Ausnahme Zuckung beobachtet wurde, so ist dem allerdings noch eine Beschränkung hinzuzufügen. Es erwies sich hier nämlich die Stromesrichtung im secundären Kreise insofern als nicht gleichgültig, als manchmal freilich bei jeder, meist aber nur bei der einen oder der anderen Richtung die unipolaren Zuckungen zur Ansicht kamen; diese erfolgten oder blieben aus, ganz gemäss der von du Bois aufgedeckten innigen Beziehung, welche zwischen ihnen und dem Gesetze der Zuckungen statthat. Sehr schön liessen sich hier die „complementären" Zuckungen an einem nnd demselben Präparate beobachten, wenn die nämliche Nervenstelle bald der einen, bald der anderen Elektrode des Inductionskreises aufgelagert wurde.

2) Ed. Pflüger, Physiologie des Elektrotonus. S. 51, 121, 410.

der heftig bewegten Schwungscheibe eine sehr gute Nebenschliessung geöffnet wurde zu dem Kreise, in welchem sich die primäre Spirale befand, so dass also in dieser die Stromintensität höchst schnell von einer geringen Grösse aus beträchtlich anwuchs. Ich habe nun neuerdings die Versuche noch so wiederholt, dass der Kreis der primären Spirale unmittelbar durch den elektromagnetischen Fallapparat[1]) geschlossen wurde. Die Ergebnisse waren aber die nämlichen, nur dass hier, offenbar wegen der grösseren Schwankung der Stromintensität im primären Kreise, ein noch etwas grösserer Abstand der secundären Rolle von der primären erforderlich war, damit die unipolaren Zuckungen ausblieben.

Unsere scheinbar vollkommene Isolation des secundären Stromkreises wie des Präparates reichte, wie wir gesehen haben, zur Verhütung der unipolaren Zuckungen nicht aus. Wollten wir nun ganz sicher gehen, so blieb nichts weiter übrig, als trotz unveränderten Beibehaltens der Isolirung doch den für das Auftreten der unipolaren Wirkungen günstigsten Fall der metallischen Verbindung des Muskels mit dem Erdboden als stets vorhanden zu setzen und hiernach die Stromeskräfte abzumessen, welche auf den Nerven einwirken sollten. Jetzt dürfte es denn auch gerechtfertigt erscheinen, dass oben von dem Auftreten der unipolaren Wirkungen auch bei Ableitung des Muskels gehandelt worden ist. Nach jenen Erfahrungen waren aber bei unserer Versuchseinrichtung, wenn die secundäre Rolle des Magnetelektromotors mehr als 90 Mm. von der primären entfernt war, bei der Schliessung und, wenn diese Entfernung mehr als 100 Mm. betrug, auch bei der Oeffnung des primären Stromes die elektrischen Spannungen an den Enden des Inductionskreises bereits zu schwach, als dass sie, selbst unter den allergünstigsten Verhältnissen und bei den erregbarsten Präparaten, zur Entstehung unipolarer Zuckungen hätten Anlass geben können. Demgemäss werden wir, wo im Folgenden bei unveränderter Versuchsanordnung jene Be-

1) Ebendas. S. 110 ff.

dingungen erfüllt sein werden, vor unipolaren Wirkungen durchaus unbesorgt sein dürfen.[1])

Ich habe übrigens im Laufe der verschiedenen Versuchsreihen, welche später beschrieben werden sollen, sobald sich nur eine passende Gelegenheit darbot, die Sicherheit des eben ausgesprochenen Satzes an den zu den Versuchen verwandten Präparaten selbst zu prüfen, dies nicht verabsäumt. Aber auch ohne mein willkürliches Zuthun boten sich mir einige Male die besten Bewährungen desselben dar, wenn der Muskel eines vor Kurzem hergerichteten Präparates, statt, wie erwartet, zu zucken, unthätig blieb, indem dann der Grund hierfür in der Auflagerung des Nerven auf nur einer Elektrode des Inductionskreises gefunden wurde.

Wir haben uns mit den unipolaren Inductionszuckungen so lange beschäftigt, einmal wegen der Bedeutung, von welcher die sichere Ausschliessung dieser Fehlerquelle für die folgenden Versuche ist, sodann aber auch, um die sonst aller Orten nothwendigen Wiederholungen zu vermeiden. Wir haben nun noch einige andere Punkte, welche bei der zunächst beabsichtigten Untersuchung in Betracht kommen, zu berücksichtigen.

Bekanntlich wächst mit der Grösse der Dichtigkeitsschwankung des erregenden Stromes im Nerven auch die Erregung des Nerven, als deren Maass uns die Grösse der Muskelverkürzung gilt. Doch hat dieses Verhältniss zwischen Erreger und Erregung nur bis zu einer gewissen Grenze statt; jenseits derselben bleibt, so sehr auch die Schwankung der Stromdichte weiter wachsen möge, die Grösse der Muskelverkürzung immer die nämliche, behält demgemäss die Erregung des Nerven immer den nämlichen Werth. Wir werden in Zukunft unter dem

1) Diese Bestimmungen und ähnliche im Folgenden würden natürlich vollkommen illusorisch sein, wenn die elektromotorische Kraft des Daniells in den verschiedenen Versuchen sehr variirte. Es lassen sich aber, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, grössere Verschiedenheiten leicht vermeiden, wenn man das Element immer frisch in gleicher Weise selbst zusammensetzt. Zudem müssen selbst geringere Verschiedenheiten offenbar dadurch unschädlich werden, dass sie, wie in den eigentlichen Versuchen, so auch in den betreffenden Vorversuchen statthaben werden.

„Erregungsmaximum" einer der Prüfung unterzogenen Nervenstelle immer diesen Maximalwerth ihrer Erregung verstehen.

Bei seinen Versuchen zur Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven hat Helmholtz zur Erregung des Nerven immer Oeffnungsinductionsströme von solcher Intensität angewandt, dass durch sie das Erregungsmaximum hervorgerufen wurde. Er wurde hierzu veranlasst durch die Ungleichmässigkeiten der Wirkung, welche bei Anwendung schwächerer Ströme zum Vorschein kamen und in unvermeidlichen Uebelständen an der Versuchsvorrichtung selbst ihren Grund hatten.[1]) Dies musste selbstverständlich auch uns bestimmen, bei unseren Versuchen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven dahin zu streben, stets Erregungsmaxima der betreffenden Nervenstellen zu erhalten.

Es ergaben zahlreiche Vorversuche, dass, wenn die secundäre Rolle des Magnetelektromotors 100 Mm. bei der Erregung durch den Schliessungsschlag, 120 Mm. bei der Erregung durch den Oeffnungsschlag von der primären entfernt war, das Erregungsmaximum des Nerven stets erhalten wurde, wofern es nur nicht weniger als 5 Mm. betrug. Meist habe ich mich damit begnügen können, die Versuche so weit nur auszudehnen, bis das Erregungsmaximum jenen Werth angenommen hatte. In einigen Fällen aber habe ich, wenn das Erregungsmaximum auf 5 Mm. gesunken war, die secundäre Rolle über die primäre geschoben (was jetzt unbedenklich geschehen konnte) und so das Erregungsmaximum noch bis zu 3 Mm. verfolgen können. Uebrigens habe ich mich zu Ende einer jeden Versuchsreihe noch besonders unmittelbar davon überzeugt, dass das Erregungsmaximum bis dahin sicher erlangt worden war.

Unsere Kenntnisse von dem Erregungsmaximum des Nerven sind sehr unbeträchtlich. Wir besitzen hier nur einige Erfahrungen von Helmholtz, nach welchen das Erregungs-

1) H. Helmholtz, Messungen u. s. w. Müller's Archiv 1850. S. 325, 327. Das dort in Bezug auf die Verhältnisse an der Wippe Gesagte hat, mit den nöthigen, sich von selbst ergebenden Abänderungen, auch für die entsprechenden Einrichtungen des Myographions Geltung.

maximum mit der Zeit an Grösse abnimmt, so zwar, dass die Erregungsmaxima einer dem Muskel nahen und einer von ihm entfernteren Nervenstelle zuerst immer gleich sind, nach einiger Zeit aber, und zwar bei leistungsfähigen Präparaten später, bei wenig leistungsfähigen schon früher, das Erregungsmaximum der vom Muskel entfernteren Nervenstelle unter das der dem Muskel nahen Nervenstelle sinkt.

Wir werden weiterhin mit dem Erregungsmaximum des Nerven uns sehr viel zu beschäftigen haben. Von den Erfahrungen, welche wir dort machen werden, wollen wir eine hier vorausnehmen, die nämlich, dass das Erregungsmaximum des Nerven in der allerersten Zeit nach der Trennung desselben vom lebenden Organismus sehr rasch beträchtlich ansteigt, um dann erst langsamer zu sinken.

Mit diesen Veränderungen des Erregungsmaximum des Nerven oder der Maximalordinate der Curve der Muskelverkürzung gehen nun Veränderungen der anderen Coordinaten dieser Curve Hand in Hand. Nach Helmholtz werden, wenn bei Abnahme der Reizbarkeit die Maximalordinate anfangs nur wenig sinkt, sämmtliche verticale Ordinaten der Curve proportional verringert, die Länge der Curve aber bleibt unverändert; sinkt aber später die Maximalordinate bedeutender, so werden auch die horizontalen Coordinaten der Curve verändert, und zwar verlängern sie sich.[1])

Ich habe, was die Veränderungen der verticalen Coordinaten und der der Zeit zwischen Reizung und Beginn der Zuckung entsprechenden Abscisse betrifft, dieselben Erfahrungen wie Helmholtz gemacht. Von den anderen horizontalen Coordinaten der Curve aber muss ich nach meinen Beobachtungen aussagen, dass sie mit dem Sinken der Maximalordinate sich verkürzen. Es liegt mir als Stütze für diesen Satz ein so zahlreiches, oft ohne gerade hierauf gerichtete Absicht erworbenes und durchweg übereinstimmendes Beobachtungsmaterial vor, dass ein Irrthum meinerseits kaum in den Grenzen der Möglichkeit liegt. Eben dieser ausnahmslosen Uebereinstim-

---

1) Helmholtz, Müller's Archiv 1852. S. 212. 214.

mung wegen bin ich auch nicht im Stande, mit Sicherheit eine Erklärung für den constant abweichenden Befund von Helmholtz zu geben; vielleicht haben ihn tetanische Contractionen, welche sehr oft durch einen einzelnen Inductionsschlag zu einer späteren Zeit der Versuche hervorgerufen werden (s. u.), veranlasst. Desto mehr freue ich mich aber, eine von Helmholtz selbst mit Hülfe der Pouillet'schen Methode ausgeführte Reihe von Versuchen hier anführen zu können, welche das Richtige ergiebt. Es sind die Versuche, in welchen Helmholtz statt der Zwischenzeit der beiden Zeitpunkte, in welchen zuerst die steigende und dann die sinkende Spannung des Muskels denselben und zwar den durch die Summe der Belastung und Ueberlastung gemessenen Werth hat, die Zeit misst, während welcher die Goldkuppe m von dem Plättchen n des Apparates abgehoben ist.[1] „In allen diesen Reihen", bemerkt Helmholtz (S. 356), „nehmen die Ausschläge mit der zunehmenden Ermüdung des Präparates sehr merklich ab."

Eckhard[2]) und Wundt[3]) wiederholen genau die Helmholtz'schen Angaben über die Veränderungen der Curve der Muskelverkürzung, wie sie sich am Myographion herausgestellt hatten, lassen diese Veränderungen jedoch Folgen der Ermüdung des Präparates sein. Man erfährt von ihnen nicht, ob sie selbst Versuche hierüber und diese in anderer Weise als Helmholtz angestellt haben. Wenn dies, wie es aus mancherlei Gründen, auch schon der nackten Angaben wegen, die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat, nicht geschehen ist, so muss hervorgehoben werden, dass es nicht gerechtfertigt war, dem „Sinken der Reizbarkeit" in der Helmholtz'schen Angabe ohne Weiteres die „Ermüdung" zu substituiren.

Denn die Veränderungen des Erregungsmaximum des Nerven, welche in den hierher gehörigen Versuchen beobachtet werden, sind die Folge einmal von Veränderungen, welche im Präparate mit der Zeit nach der Trennung desselben vom lebenden Organismus vor sich gehen, und sodann anderer Ver-

1) Helmholtz, Müller's Archiv 1850. S. 351 ff.
2) C. Eckhard, Beiträge u. s. w. Bd. I. S. 43. 171.
3) W. Wundt, die Lehre von der Muskelbewegung. S. 178.

änderungen, welche durch die Erregungen im Präparate hervorgerufen werden und zunächst etwa unter „Ermüdung" zusammengefasst werden könnten. Und nur zu einer gewissen Zeit, wenn nämlich das Präparat bereits einige Zeit vom Organismus getrennt ist, vereinigen sich beide Arten von Veränderungen in der Wirkung, das Erregungsmaximum sinken zu lassen; zu einer anderen Zeit, kurz nach der Trennung des Präparates, wirken sie einander entgegen. Lassen wir aber auch diese erste Zeit, in welcher man trotz der Ermüdung des Präparates das Erregungsmaximum ansteigen sieht, ganz ausser Betracht, so war es doch möglich, dass beide Arten von Veränderungen, wenn sie auch beide die Maximalordinate der Curve sinken liessen, die anderen Coordinaten der Curve verschieden veränderten. Um hierüber Aufschluss zu erlangen, war es nothwendig, immer die eine der beiden Arten von Veränderungen möglichst zu eliminiren. Ich nahm deshalb in den verschiedenen Versuchen die Pausen zwischen den einzelnen Erregungen des Nerven entweder sehr lang oder sehr kurz; im ersteren Fall musste der Einfluss der mit der Zeit vor sich gehenden Veränderungen überwiegen, im letzteren der Einfluss der Ermüdung. Es stellte sich heraus, dass beide Arten von Veränderungen, wie die Maximalordinate, so auch die anderen Coordinaten der Curve in derselben, der angegebenen Weise veränderten.

Ich habe es eben vermieden, „Steigen und Sinken der Erregbarkeit" zu sagen, weil das Erregungsmaximum in einer complicirten Beziehung, die wir erst weiterhin werden kennen lernen, zur Erregbarkeit steht. Es wird daher auch vorerst immer nur von Veränderungen des Erregungsmaximum gesprochen werden.

Es sollen nun einige Beispiele folgen, welche das Verhältniss der Maximalordinate der Curve der Muskelverkürzung zu den wichtigsten anderen Coordinaten derselben darlegen werden. In der Tabelle gehören die in einer Querreihe stehenden Zahlen derselben Curve an. Alle Zahlen, welche unter derselben Ziffer (in der Columne A) aufgeführt sind, sind von demselben Präparate bei Erregung derselben Stelle des Nerven

zu verschiedenen Zeiten in der aufgeführten Reihenfolge erhalten worden. In den Versuchen I., II. und III. drehte sich der Zeichencylinder 12 Mal, in den Versuchen IV. und V. 8 Mal in der Secunde um seine Axe; der Umfang des Cylinders betrug 82,5 Mm. Die Columne B der Tabelle giebt die Maximalordinate der Curve [1]), die Columne C die dem Zeitraum zwischen Reizung und Beginn der Verkürzung entsprechende Abscisse, die Columne D die Abscisse vom Beginn der Verkürzung bis zum Fusspunkte der Maximalordinate (also der Zeitdauer der Contraction entsprechend), endlich die Columne E die Länge der Curve. Bei dieser letzten Bestimmung war der Anfangspunkt in dem Punkte der ersten Erhebung der Curve von der Abscisse gegeben; die Wahl des Endpunktes aber machte einige Schwierigkeiten. Bekanntlich reihen sich an die eigentliche Curve der Muskelverkürzung immer elastische Schwankungen an. Der absteigende Ast der Curve geht nun, bevor er in diese Schwankungen übergeht, nur manchmal bis zur Abscisse, andere Male erreicht er diese nicht, endlich in noch anderen Fällen sinkt er unter die Abscisse. Der letzte Fall tritt bei leistungsfähigen Präparaten erst dann ein, wenn bereits zahlreiche Erregungen stattgefunden haben oder seit der Trennung des Präparates vom lebenden Organismus bereits eine geraume Zeit verflossen ist; bei wenig leistungsfähigen Präparaten wird er schon früher beobachtet. Als Ende der Curve habe ich nun immer den tiefsten Punkt des absteigenden Astes genommen, wenn dieser Punkt auf der Abscisse oder oberhalb derselben lag, dagegen den Schneidepunkt des absteigenden Astes mit der Abscisse, wenn das Ende dieses Astes unter die Abscisse gesunken war. Die Ueberzeugung, dass diese Art der Bestimmung des Endpunktes der Curve die richtige ist, habe ich dadurch gewonnen, dass ich in zwei unmittelbar hinter einander gezeichneten Curven, bei deren zweiter der absteigende Ast unter die Abscisse gesunken war, immer die beiden angegebenen Punkte im richtigen Sinne einander entsprechen sah.

1) Die Zahlen der Columne B geben der Einrichtung des Apparates gemäss das Doppelte der wahren Grösse der Muskelverkürzung. Dies ist auch für die Fig. 3 bis 5 festzuhalten.

Die Messungen habe ich mit grosser Sorgfalt und, so weit es anging, mit Hülfe des Mikroskopes ausgeführt. Sodann habe ich auch durch die wiederholte Ausmessung derselben Curven zu verschiedenen Zeiten die Fehler meiner Messungen zu bestimmen gesucht. Es dürften hiernach die Zahlen der Columne B bis auf 0,1 Mm., die der Columne C bis auf 0,2 Mm., die der Columne D bis auf 1,5 Mm.[1]), endlich die der fünften Columne bis auf 1,0 Mm. genau sein. Bei den Versuchen IV. und V. ist übrigens, wenn die verschiedenen Querreihen unter einander verglichen werden sollen, für die drei letzten Columnen noch der oben erwähnte Fehler der verschiedenen Geschwindigkeit bei den verschiedenen Zeichnungen (0,01 Mm. auf 1 Mm.) in Anschlag zu bringen.

A	B Mm.	C Mm.	D Mm.	E Mm.
I.	13,6	10,3	75,8	147,5
	10,9	11,0	68,6	135,5
	9,8	11,8	64,4	126,8
II.	11,0	11,2	66,9	133,9
	12,3	10,9	68,8	140,0
	11,7	11,2	67,3	135,2
	10,9	11,4	64,1	134,0
	10,0	12,0	62,3	127,5
	7,2	13,8	57,9	113,0
	5,0	14,8	45,7	88,7
III.	12,3	12,3	70,2	134,9
	10,0	12,5	64,7	129,5
	8,0	13,5	57,0	119,4
IV.	17,9	8,0	—	124,5
	16,8	8,3	—	119,7
	15,0	8,3	57,5	120,4
	13,0	8,9	54,9	114,4
	10,0	9,7	51,3	97,5
	6,2	10,9	43,1	81,3
V.	15,4	7,4	56,8	—
	12,6	7,6	53,6	112,6
	11,1	7,7	51,2	107,0
	9,1	8,5	50,0	96,8
	7,1	9 6	44,1	83,9
	5,8	10,0	44,5	78,5
	4,8	10,9	43,9	72,1

1) Dieses Maximum erreicht der Fehler in der Columne D in den Curven mit nur kleinen Maximalordinaten, indem es bekanntlich bei diesen sehr schwierig ist, den Fusspunkt der Maximalordinate sicher zu bestimmen.

Mit dem Sinken des Erregungsmaximum verlängert sich also die Zeit, während welcher die Reizung latent bleibt, es nimmt hingegen ab die Dauer der Verkürzung sowohl, wie die der Verlängerung des Muskels. Und zwar sind diese Veränderungen der zeitlichen Verhältnisse bei gleicher Schwankung des Erregungsmaximum desto grösser, je geringer die absoluten Werthe des Erregungsmaximum sind, zwischen welchen die Schwankung statthat.[1])

Es verdient nun noch besonders hervorgehoben zu werden, dass genau die entgegengesetzten Veränderungen in der Zeitdauer der latenten Reizung, der Verkürzung und der Verlängerung des Muskels beobachtet werden, wenn das Erregungsmaximum in der ersten Zeit nach der Trennung des Präparates vom lebenden Organismus ansteigt (vgl. Vers. II.).



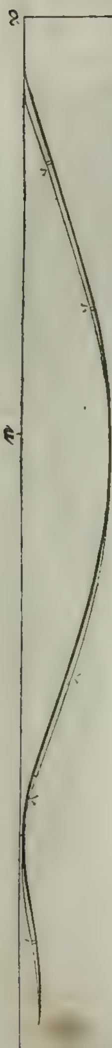
Fig. 3.

Wir schieben die weitere Verfolgung des eben Abgehandelten vorerst auf, um jetzt zu den Versuchen überzugehen, deretwegen wir die Untersuchung aufgenommen haben und für welche wir jetzt genügend vorbereitet sind.

Wir erregen hinter einander die drei Stellen des Nerven, welche den drei Elektrodenpaaren des Zuleitungsapparates aufliegen. Wir erhalten drei genau congruente, aber in horizontaler Richtung gegen einander verschobene Curven auf unserem Zeichencylinder (Fig. 4.)[2]). Es ist aber die Curve,

1) Fig. 3 giebt die drei Curven des Versuches I. der Tabelle.

2) In den Versuchen Fig 4 und 5 ist die dem Querschnitte nahe Nervenstelle zuerst erregt worden, auf der so erhaltenen Curve stehen die Häkchen. Sodann folgt die Curve, welche nach der Erregung der mittleren Nervenstelle ge


Fig. 4.

welche bei der Erregung der dem Querschnitte nahen Nervenstelle gezeichnet worden ist, beträchtlicher verschoben gegen die bei der Erregung der mittleren Nervenstelle gezeichnete Curve, als diese gegen die dritte Curve, welche die Erregung der dem Muskel nahen Nervenstelle geliefert hat. Die Abscisse $\gamma\delta$, um uns an unsere schematische Figur 2 zu halten, ist beträchtlich grösser als die Abscisse $\beta\gamma$.

Die absolute Grösse der Differenz ($\gamma\delta$-$\beta\gamma$) nimmt, wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung mit der steigenden Temperatur sehr rasch wächst, sehr rasch ab. Diesem für die Versuche misslichen Einflusse der Temperatur muss man durch die Vergrösserung der Drehungsgeschwindigkeit des Zeichencylinders Trotz bieten. So lange die Temperatur des Beobachtungszimmers sich unter 18° C. hält, genügt es, wenn der Zeichencylinder 8 Mal in der Secunde sich um seine Axe dreht; doch ist es gewiss vortheilhaft, wenn man schon jetzt eine grössere Geschwindigkeit desselben anwenden kann. Diese letztere ist aber durchaus nothwendig, wenn die Temperatur über 18° C. steigt. Als ich den Umfang meines Cylinders dem Zeitwerthe von $^1/_{12}$ Secunde entsprechen liess, konnte ich bis zu 22° C. gut arbeiten. Stieg die Temperatur noch höher, so fielen die An-

zeichnet worden ist; sie ist durch Doppelstriche, welche zwischen sie und die erste Curve gesetzt sind, ausgezeichnet. Endlich ist die dritte und unbezeichnete Curve bei der Erregung der dem Muskel nahen Nervenstelle erhalten worden. — α giebt den Zeitpunkt der Reizung, αu den Umfang des Zeichencylinders.

fangsstücke der drei Curven zusammen, und die verschiedene Verschiebung der Curven prägte sich jetzt nur darin aus, dass die bei der Erregung der dem Querschnitte nahen Nervenstelle gezeichnete Curve früher sich trennte und auf ihrem ganzen Verlaufe einen grösseren Abstand von der zweiten Curve zeigte, als diese von derjenigen Curve, welche bei der Erregung der dem Muskel nahen Nervenstelle erhalten worden war.

Ob die relative Grösse der Differenz ($\gamma\delta$-$\beta\gamma$) sich ebenfalls mit der Temperatur ändert, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben. Von meinen Zeichnungen ergeben diejenigen, in welchen sich die betreffenden Abscissen gut messen lassen, $\gamma\delta$ immer als fast doppelt so gross als $\beta\gamma$.

Solche Zeichnungen, in welchen die drei Curven genau congruent sind, lassen sich jedoch nicht jeder Zeit erlangen. Dies kann uns nicht Wunder nehmen, da, vorausgesetzt selbst, dass wir die Versuche immer zu einer Zeit anstellen, in welcher die Erregungsmaxima aller drei Stellen des Nerven dieselbe Grösse haben, die zweite und noch mehr die dritte Erregung den Nerven und den Muskel bereits etwas ermüdet und den ersteren zudem noch modificirt antrifft. Und wollte man die Ermüdung und die Modification durch längere Pausen zwischen den einzelnen Erregungen bekämpfen, so würde man Gefahr laufen, durch die mit der Zeit im Präparate vor sich gehenden Veränderungen das Erregungsmaximum der zweiten oder dritten Nervenstelle doch bereits verändert zu finden. Man ist daher, selbst wenn man die erste Zeit nach der Trennung des Präparates vom lebenden Organismus, in welcher das Erregungsmaximum an allen Stellen des Nerven sehr rasch ansteigt, und ebenso die spätere Zeit, in welcher die Erregungsmaxima der dem Querschnitte des Nerven nahen Stellen kleiner sind, als die der näher dem Muskel gelegenen Stellen, völlig ausschliesst, auch in der kurzen Zwischenzeit noch ganz auf den Zufall angewiesen, der bald häufiger bald seltener Zeichnungen mit genau congruenten Curven in die Hände spielt.

Häufiger als die bisher besprochenen Zeichnungen erlangt man nun andere, in welchen die Maximalordinate einer Curve nur ganz unbedeutend grösser oder kleiner ist als die einan-



Fig. 5.

der gleichen Maximalordinaten der beiden anderen Curven; auch hier stellt sich $\gamma\delta$ grösser dar als $\beta\gamma$. Nach den Erfahrungen, welche uns über das Verhältniss der Grösse der Maximalordinate zur Zeitdauer der latenten Reizung vorliegen, werden wir diese Zeichnungen, besonders wenn die absoluten Werthe der Maximalordinaten gross sind, ganz unbedenklich als willkommene Bestätigung dessen annehmen dürfen, was die Zeichnungen mit genau congruenten Curven uns bereits gelehrt haben.

Gewiss erfreulich ist es aber, dass sich ziemlich häufig noch andere Zeichnungen darbieten, welche unsere Erfahrungen an den erwähnten Zeichnungen sogar a fortiori als richtig erweisen. Es sind dies einmal solche Zeichnungen, in welchen die Erregungsmaxima der mittleren und der dem Querschnitte nahen Stelle des Nerven gleich sind, das Erregungsmaximum der dem Muskel nahen Stelle aber grösser ist (Fig. 5). Dieser Grössenunterschied der Maximalordinaten der Curven kann relativ bedeutend sein, ohne dass die Abscisse $\gamma\delta$ aufhörte grösser zu sein als die Abscisse $\beta\gamma$. Ganz dasselbe gilt von anderen Zeichnungen, in welchen die Erregungsmaxima der dem Muskel nahen und der mittleren Stelle des Nerven gleiche Grösse haben, das Erregungsmaximum der dem Querschnitte nahen Stelle aber grösser ist. Endlich zeigen das Nämliche Zeichnungen, in welchen das Erregungsmaximum der mittleren Stelle

des Nerven beträchtlich kleiner ist, als die einander gleichen Erregungsmaxima der beiden anderen Stellen.

Ich gehe auf das Detail dieser Zeichnungen nicht näher ein, da Alles, was hier zu sagen wäre, aus dem Vorausgeschickten sich von selbst ergiebt. Auch übergehe ich einige Variationen der zuletzt genannten Fälle, welche dasselbe Ergebniss liefern, da sie ein besonderes Interesse nicht darbieten.

Die Abscisse $\gamma\delta$ hat sich also in den Versuchen viel grösser ergeben, als die Abscisse $\beta\gamma$. Das heisst: *Die Mittheilung der Erregung von Querschnitt zu Querschnitt erfolgt im Verlaufe eines und desselben Nerven nicht überall mit derselben Geschwindigkeit. Die Zeit, welche für die Fortpflanzung der Erregung durch die Strecke BF (Fig. 1) des Nerven erforderlich ist, ist beträchtlich mehr als doppelt so gross, als die Zeit, während welcher die Erregung durch die Strecke βD, welche die Hälfte der Länge von BF hat,[1] sich fortpflanzt.*

Für die allgemeinere Bedeutung dieses letzten Satzes ergeben sich mehrere Möglichkeiten. Entweder leiten die dem Centrum näher gelegenen Stellen des Nerven ihrer inneren Constitution gemäss die Erregung mit geringerer Geschwindigkeit, als die vom Centrum weiter entfernten Stellen, — oder alle Stellen des Nerven leiten zwar mit derselben Geschwindigkeit, wenn sie gleich weit von der Stelle der unmittelbaren Erre-

1) Dieser Bestimmung kommt begreiflicher Weise eine vollkommene Genauigkeit nicht zu; die grösstmögliche haben wir dadurch erreicht, dass wir, wie oben angegeben, den Nerven bei dem Auflegen auf den Zuleitungsapparat immer bis zum Verschwinden der Fontana-schen Streifung gedehnt haben. Das Mikroskop lehrt, dass nach diesem Verfahren der wellenförmige Verlauf der Nervenfasern auf ein Minimum beschränkt und durchaus nicht an den dem Muskel nahen Stellen beträchtlicher ist, als an den mehr centralen Stellen. Wenn also auch die Strecke BD (Fig. 1) des Nerven bei unseren Versuchen nicht immer ganz genau gleich der Strecke DF gewesen sein mag, so steht doch jedenfalls so viel fest, dass der Längenunterschied nur sehr gering und keineswegs auch nur annähernd so beträchtlich gewesen sein kann, dass hieraus etwa unsere Erfahrung abgeleitet werden dürfte.

gung entfernt sind, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung nimmt aber ab mit der Länge der leitenden Strecke, — oder endlich es bestehen die beiden eben erwähnten Fälle zugleich neben einander. Die Folge wird lehren, dass der zweite dieser drei möglichen Fälle in Wirklichkeit statthat, allerdings mit einer wesentlichen Beschränkung.

Ueber den Schwanzstachel des Löwen.

Von

Franz Leydig.

(Hierzu Tafel XIX.)

Die zoologischen Handbücher gedenken bei der Beschreibung des Löwen hin und wieder eines eigenthümlichen Stachels oder Nagels, der am Ende des Schwanzes unter den langen, schwarzen Haaren versteckt sei. Die Quelle dieser Angaben ist bei Blumenbach zu suchen, welcher in seiner Naturgeschichte (mir liegt die 11. Aufl. 1825 vor) folgendes bemerkt: „Die alten Scholiasten zum Homer (Il. XX. 170) reden von einem eigenen Stachel am Löwenschwanze. Und wirklich habe ich bei einer Löwin etwas dergleichen gefunden und in dem Specimen historiae naturalis ex auctoribus classicis illustratae beschrieben.“ Die Zootomen haben von dieser „Hornspitze“ kaum Notiz genommen und da mir selbst eigene Beobachtungen in der Sache früher abgingen, so konnte ich in meiner Histologie des Menschen und der Thiere, dort wo die Epidermisbildungen der Säugethiere zur Sprache kamen, nur anführen, es möge „wahrscheinlich“ auch der Hornstachel in der Schwanzquaste des Löwen hieher, d. h. zu den Hornbildungen zu zählen sein. Im vorigen Winter nun starb in dem zoologischen Garten zu Stuttgart ein stattlicher Löwe männlichen Geschlechts, den Hr. Werner, Besitzer des Gartens, der hiesigen zoologischen Anstalt zum Geschenk machte. Ich untersuchte an dem frischen Thiere unter anderen Dingen sofort

auch den Stachel am Schwanzende und da ich zu dem Ergebniss gekommen bin, dass die bisherige Bezeichnung „Hornspitze, Nagel“ und dergleichen unpassend ist, indem der Theil eine viel zusammengesetztere Structur und höhere Bedeutung hat, so erlaube ich mir einige Worte darüber zu veröffentlichen. Ehe ich jedoch meinen Befund mittheile, muss noch zuvor eine Art Monographie über unseren Gegenstand ausdrücklich hervorgehoben werden, von welcher der Autor sich nicht genannt hat und auf welche ich durch Hrn. Prof. Carl Textor in Würzburg aufmerksam gemacht wurde. Sie führt den Titel: „Der Stachel des Löwen an dessen Schweifende. Nach genauer Untersuchung unter wörtlicher Beifügung älterer und neuerer Angaben, mit naturgetreuen Abbildungen und einem Anhange neuerer Entdeckungen. Darmstadt 1855, Officin von Ernst Bekker.“ In dieser Schrift ist ausser anderen literarischen Daten die obige wenig bekannt gewordene Abhandlung Blumenbach's im Auszuge wiedergegeben, dann aber auch das Thatsächliche bedeutend vermehrt. Unser anonymer Verfasser fand den von Pariser Zoologen geläugneten Stachel sowohl an einem frisch verstorbenen männlichen Löwen, als auch an sechs ausgestopften Männchen und Weibchen. Ausserdem entdeckte er den Stachel, was weiter unten noch einmal vorkommen wird, bei mehreren anderen Säugethieren. Die Abbildungen, welche die Schrift begleiten, sind sehr lobenswerth.

Bei der sich mir darbietenden willkommenen Gelegenheit, besagtes Organ durch Anschauen kennen zu lernen, zeigte sich der „Stachel“, sowie man die langen dichten Haare am Schweifende ausgebreitet hatte, dem Blick, war also keineswegs „in dem Haarwulste dort fast unentdeckbar verborgen“, und erschien nach seiner ganzen Tracht als ein eigenartiger Körper, so dass man unmöglich dem Gedanken an eine zufällige oder pathologische Bildung Raum geben konnte (Fig. 1). Er stellte eine völlig glatte und haarlose Warze vor, $2^{1}/_{2}'''$ lang, $1^{1}/_{2}'''$ im breitesten Querdurchmesser. Die Gestalt, genauer angegeben, war rundlich-kegelförmig, mit eingeschnürter Basis und stark hervorgezogener Spitze. Für Leser, welchen die Hautpapillen in der Wurzel der gewöhnlichen Haare bekannt sind,

mag bemerkt sein, dass der „Stachel" in riesigem Umrisse die Form einer solchen Haarpapille wiederholt. Die Farbe war bleigrau, zum Theil etwas röthlich vom durchschimmernden Blut. Schon diese letztere Erscheinung, ferner eine gewisse elastische Weichheit wiesen darauf hin, dass wir es unmöglich mit einer einfachen Hornbildung zu thun haben können, was sich denn auch nach dem Einschneiden für's freie Auge bestätigte, noch mehr aber durch mikroskopische Betrachtung von Längsscheiben, die von dem Stachel abgetragen wurden. Hier wurde klar (Fig. 2), dass der sog. Hornstachel in Wirklichkeit eine Papille der Lederhaut sei, von einer verhältnissmässig gar nicht dicken, eher dünnen Epidermis überzogen; die Hornschicht derselben war farblos, die Zellen des Rete Malpighii enthielten etliche Pigmentkörner. Der bindegewebige Theil der Papille, schon für's unbewaffnete Auge sehr blutreichen Aussehens, zeigte unter dem Mikroskop zwischen den verschiedenen Zügen und Balken der Bindesubstanz und feinen elastischen Fasern, bis 0,0875''' breite Arterien mit dicker Muskellage, dann die entsprechenden Venen. Weiterhin unterschied man sehr deutlich ein Nervenstämmchen, 0,1''' breit, welches, indem es aufwärts steigt, sich geflechtartig entfaltet und seine Fibrillen nach der Peripherie der Papille entsendet. Gleichwie nun auch sonst bei Säugethieren die grossen papillären Erhebungen der Schleimhaut sowohl, wie in der äusseren Haut nochmals mit secundären oder mikroskopischen Papillen besetzt erscheinen, so auch in unserem Falle. Die ganze freie Fläche geht in Papillen aus, die etwas grösser sind, als die Hautwärzchen an den menschlichen Fingerbeeren; auch ist der Rand wie dort fein gezähnelt. Jede dieser Papillen, was besonders klar an Glycerinpräparaten hervortritt, enthält eine schöne Capillarverzweigung; Nervenfasern jedoch bis in die mikroskopischen Papillen zu verfolgen, wollte nicht gelingen, obschon der Reichthum an Nervenfasern innerhalb der makroskopischen Papille kein geringer ist. Noch soll bezüglich der langbehaarten Haut des Schwanzendes, um die Warze herum, erwähnt sein, dass dieselbe papillenlos war; die Haare steckten

zu mehreren in Einem Balg; die Talgdrüsen zeigten die gewöhnliche Form, die Schweissdrüsen bildeten längliche Knäuel.

Man sieht aus dem Voranstehenden, dass der sog. Schwanzstachel des Löwen morphologisch das nicht ist, wofür man ihn bisher gehalten hat. Selbst der Verfasser der obigen Darmstädter Schrift, obschon er die weiche „kautschukartige" Beschaffenheit des Theiles am frischen Thiere richtig hervorhebt, spricht doch zuletzt seine Meinung dahin aus, dass dieser „tausendjährig viel besprochene Stachel" zu den Hornüberzügen, den Haaren, Nägeln u. s. w. gehöre. Meine Beobachtungen zeigen, dass das fragliche Organ eine mit Gefässen und Nerven ausgestattete Papille der Lederhaut ist und physiologisch demnach wohl mit einer feineren Gefühlsempfindung betraut sein wird, man könnte auch sagen, gleich einer Fingerspitze eine Art Tastorgan vorstellt.

Es lässt sich vermuthen, dass nicht allein der Löwe (*Felis leo L.*) an seinem Schwanzende diese besondere Bildung an sich trage, und in der That erhalten wir durch das mehrmals citirte anonyme Werkchen die Aufklärung, dass der Puma-Löwe (*Felis concolor L.*) ebenfalls den „Stachel" besitze, während er bei den sonstigen Katzen vermisst wurde. In Grösse und Form einer halben Erbse wurde er wieder mitten in dem colossalen, struppigen Haarbüschel des Auerochsen (*Bos urus L.*) gefunden; bei anderen, theils eben getödteten Wiederkäuern waren die Untersuchungen erfolglos geblieben. Bei zwei Beutelthieren erkannte Gould (Monograph of the Macropodidae, or Family of Kangaroos, Lond. 1841) und zwar bei *Macropus unguifer* an der äussersten Spitze des Schwanzes einen schwärzlichen, breiten, platten Nagel, welcher sehr dem des menschlichen Fingers gleiche; bei *Macropus fraenatus* sei nur die Anlage dazu vorhanden. Endlich entdeckte abermals der Darmstädter Autor den Stachel in dem Büschelschwanze verschiedener langhaariger Affenarten, in Form meist sehr deutlich ausgeprägter „hornartiger Ansätze". Sie seien theils klein, theils unverhältnissmässig gross. Ihre besondere Form sei dreiseitig, wie eine Buchel oder wie der Nagel eines Hundes,

dessen hohe, etwas gewölbte Kante nach oben, die grösste Fläche nach unten gekehrt ist und aus der Haut ganz hervorsteht. Die Masse sei hart, die Kante abgenutzt, aber deutlich markirt und schuppenartig wie der Biberschwanz. Die Affenarten, bei denen diese Bildung beobachtet wurde, sind: *Semnopithecus melalophus* (mit dem grössten, unten aus den Haaren fast hervorstehendem Nagel), *Semnopithecus nasalis*, *Semnopithecus pyrrhus*, *Colobus Temminckii*, *Colobus Guereza* (dieser mit dem kleinsten Nagel).

Ich muss Anderen überlassen zu untersuchen, in wie weit der Schwanzstachel der eben aufgezählten Thiere mit der Schwanzpapille des Löwen in der Structur übereinstimmt oder abweicht, denn nach den vorhandenen Abbildungen zu schliessen, möchten immerhin erhebliche Besonderheiten nach den verschiedenen Thiergruppen sich geltend machen.

Tübingen, im October 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ende der Schwanzquaste des Löwen; die Haare so auseinander gelegt, dass die Schwanzpapille in ihrem natürlichen Verhalten sich zeigt.

Fig. 2. Längsscheibe aus der Papille, mit Glycerin behandelt und mässig vergrössert.

a. Bindegewebiger Theil der Papille; in ihm durchschnittene Gefässe und ein Abschnitt des Nervengeflechtes; am Rande die secundären Papillen.

b. Epidermishülle.

Ueber die Ossification.

Von

N. Lieberkühn.

Erste Abhandlung.

Die Ossification des Sehnengewebes.

(Hierzu Tafel XX. und XXI.)

Ueber die Ossification des sogenannten geformten Bindegewebes finden sich neuere Angaben zunächst in den Abhand-

lungen Virchow's (Archiv für pathologische Anatomie 1847. S. 136. Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. 1852. S. 150) und kommt dieselbe dadurch zu Stande, dass sich Kalk in das präexistirende Gewebe ablagert, indem die Stellen der Bindegewebskörper übrig bleiben und die späteren Knochenkörper daraus hervorgehen. In neuester Zeit ist von A. Förster (Schlusssupplement zum Atlas der mikroskop. path. Anatomie Taf. XXXIV. Fig. 5) der Querschnitt einer verknöcherten Achillessehne des Menschen abgebildet und in Virchow's Sinne ausgelegt; man soll an diesem Querschnitt mit einem Blick den Uebergang der Bindegewebszellen in Knochenzellen übersehen. Dies ist jedoch anderen Forschern nicht gelungen und wird überhaupt die ganze eben mitgetheilte Lehre bestritten. Nach Henle's Ausspruch (Jahresbericht 1859 S. 95) kommt Bindegewebsknochen beim Menschen nur pathologisch vor, während er bei den Vögeln typisch durch Kalkablagerung in Sehnen der Unterextremität entsteht und kommen die an die Körperchen des ächten Knochens erinnernden Strahlen nur auf Schnitten zu Stande, welche die Längsachse der ursprünglichen Bindegewebsbündel senkrecht schneiden. Verknöchertes Bindegewebe und ächter Knochen sind daher gänzlich verschiedene Dinge. Ebenso behauptet A. Baur (die Entwicklung der Bindesubstanz, Tübingen 1858), dass ächte Knochentextur niemals durch einfache Verkalkung fertigen Bindegewebes zu Stande kommt; verkalktes Bindegewebe hat vielmehr immer eine deutlich faserige Textur und seine sogenannten Knochenkörper sind schmal, in die Länge gezogen und meist ohne Ausläufer und gleichen vollkommen den verlängerten stabförmigen Kernen der Sehnensubstanz. Diese sich widersprechenden Ansichten liessen erneute Untersuchungen des Gegenstandes wünschenswerth erscheinen.

Die verknöcherten Sehnen der Vögel [1]) haben in ihrer Ent-

1) Die nachfolgenden Untersuchungen wurden an den Sehnen von Vögeln aus den verschiedensten Ordnungen angestellt; aus der Ordnung der *Gallinacei* an *Crax alector*, *Pavo*, *Meleagris Gallopavo*, *Perdix cinerea*; aus der Ordnung der *Passerini* an *Fringilla domestica* und *fontana*, *Emberiza citrinella* und *miliaris*, *Alauda arvensis*, *Stur-*

wicklung und in ihrem Bau bis zum Beginn der Ossification nichts Eigenthümliches. Die Ossification tritt erst beim nahezu ausgewachsenen Vogel ein. Sie wird eingeleitet durch eine reiche Zellenproduction. Diese ist am leichtesten an solchen Sehnen wahrzunehmen, welche beim Trocknen bereits die beginnende Kalkablagerung durch Auftreten eines weissen Fleckes inmitten der Sehne zeigen. Dicht über oder unter einem solchen Ossificationspunkt verhält sich die Sehne folgendermassen:

Auf dem Querschnitt der getrockneten und in Wasser aufgeweichten Sehne ziehen von den stärkeren, zum Theil grössere Gefässe führenden Scheiden, die wir primäre nennen wollen, mehr oder weniger starke Fortsätze zwischen die Bindegewebsstränge hinein und grenzen diese vollständig gegen einander ab, und von diesen gehen wiederum meist noch feinere aus und führen die Theilung weiter fort; diese letzteren Scheiden mögen secundäre heissen; nicht in allen Strängen sieht man sie mit gleicher Deutlichkeit, an einzelnen Stellen sind sie aber so stark, dass sie die Dicke von den Durchmessern der Stränge selbst erreichen. Nirgends erkennt man innerhalb oder ausserhalb der Stränge Bindegewebszellen. Diese kommen auf dem Längsschnitt zum Vorschein und werden am zweckmässigsten an frischen Sehnen kleiner Vögel, z. B. des Zeisigs beobachtet. Eine solche Sehne zeigt Längsreihen von Zellen mit Intercellularsubstanz zwischen allen unterscheidbaren Strängen und zwar immer da, wo drei oder vier Stränge an einander stossen; es bildet die in diesen Interstitien sich hinziehende Substanz Säulen von verschiedener Dicke; gewöhnlich steht in solcher Säule immer nur eine Zelle über der anderen, bisweilen aber liegen ihrer mehrere neben einander, durch mehr oder

---

nus vulgaris, *Hirundo urbica*, *Regulus cristatus*, *Turdus merula*, *Anthus campestris*; aus der Ordnung der *Grallatores* an *Scolopax rusticola*; aus der Ordnung der *Raptatores* an *Surnia brachyotus*. Bei den genannten hühnerartigen Vögeln verknöchern sämmtliche Sehnen der Unterextremität und öfter einige der oberen; bei den Passerinen nur die Sehne des tiefen Zehenbeugers, allein bei *Regulus cristatus* waren alle Sehnen der Unterextremität verknöchert, ebenso bei *Surnia brachyotus*; bei *Scolopax rusticola* wieder nur die des tiefen Zehenbeugers.

weniger Intercellularsubstanz von einander getrennt. Die Zellen stehen in geringen Abständen von einander und zwischen ihnen befindet sich eine homogene durchsichtige Intercellularsubstanz, sie sind entweder nahezu kuglig oder oval, oder fast würfelförmig oder auffallend langgestreckt, und hin und wieder obgleich selten sieht man in ihrem in der Regel durchsichtigen Inhalt vollkommen deutliche Kerne gerade wie in Knorpelzellen; in anderen nimmt man trotz ihrer Durchsichtigkeit keinen Kern wahr, und wieder andere sind ganz von feinen Fettkörnchen erfüllt; wenn die Zellen Fettkörnchen führen, so sind sie auch leicht an Sehnenlängsschnitten von grösseren Vögeln, z. B. von hühnerartigen, aufzufinden, während es anderenfalls ohne Anwendung von Reagentien mir nicht gelang.

Wo diese Zellen herstammen, darüber lässt sich bis jetzt nichts Sicheres aussagen. Und wenn sie nebst ihrer Intercellularsubstanz auch eine so grosse Aehnlichkeit mit Knorpel haben, dass dies Gewebe vom Knorpel nicht morphologisch unterschieden werden kann, so wäre zur Feststellung der Identität doch noch die chemische Untersuchung erforderlich. Dass die Zellen die ursprünglich vorhandenen und nur veränderten Bindegewebskörper sind, ist deshalb nicht annehmbar, da diese in solcher Anordnung zu keiner Zeit in einer einfachen Sehne vorkommen. Eine andere Eigenthümlichkeit einer solchen Sehne kommt am Querschnitt zum Vorschein auf Zusatz von Essigsäure oder verdünnter Salpetersäure; es erscheinen gewöhnlich nicht mehr die breiten und langen Donders'schen Bänder, d. h die wellig verlaufenden, umgeschlagenen Ränder grösserer Sehnenabtheilungen, sondern jeder der schwächeren secundären Stränge quillt für sich aus seiner starken Säuren nicht widerstehenden Scheide hervor in Form etwa einer Halbkugel, deren Ränder an der Scheidenwand festhängen. Auf Schnitten, welche schief gegen die Langsachse der Sehne geführt sind, erscheinen an dem hervorgequollenen Stück die Zellen in solcher Zahl, wie sie gerade der Dicke des Schnittes entsprechen, wenige auf dünnen, mehr auf dickeren Schnitten. Die Sehne erleidet eine neue Veränderung in den Eigenschaften ihres Gewebes, wenn die Verknöcherung selbst beginnt und die ersten Ablagerungen von

Kalksalzen stattgefunden haben. Letztere markiren sich sowohl auf Quer- als Längsschnitten als feine, stark lichtbrechende Pünktchen, welche sich gleichmässig durch die ganze Sehnensubstanz vertheilen und allmählig so eng an einander legen, dass man Zwischenräume zwischen ihnen nicht mehr erkennt, sondern die Sehne durchweg ein gleichförmiges Ansehn annimmt und undurchsichtig wird. Diese Pünktchen entsprechen demnach kleinen Körperchen, die ich aber nicht für frei abgelagerte Körnchen von Knochenerde halten kann, sondern in Rücksicht darauf, dass durch ihre Vermehrung und aus ihrem Zusammenfluss die Sehne nach und nach homogen verknöchert wird, für entsprechend kleine Abtheilungen von mit Kalkerde imprägnirter Grundsubstanz halten muss. Man unterscheide noch mit vollkommener Deutlichkeit die Lücken, welche durch die noch nicht verknöcherten Scheiden zu Stande kommen. Es lässt sich jetzt auch die Sehne noch leicht in die groben Stränge zerfasern und an solchen zerfaserten Stücken ihre Structur, insoweit es aus Längsschnitten möglich ist, darlegen. Sowohl in der nächsten Umgebung der Zellen, als auch in der streifigen Sehnensubstanz erscheinen die erwähnten Körnchen, ohne dass die Zellen selbst ihre Form bis dahin verändert haben. Nur wo die Kalkablagerung schon so weit vorgerückt ist, dass sich Längsschliffe anfertigen lassen, ist ihre Gestalt bereits verändert. Schliffe von Querschnitten liessen sich in diesem Stadium der Ossification nur äusserst unvollkommen anfertigen wegen zu grosser Weichheit des Materials und zu grosser Brüchigkeit.

Ein Längsschliff der Sehne in diesem Zustande zeigt Folgendes: an den Stellen, wo die Längsreihen der Zellen lagen, befinden sich Knochenkörper von sehr verschiedener Gestalt, nahezu kuglig oder oval oder würfelförmig oder ganz unregelmässig mit zahlreichen Ausläufern nach allen Richtungen hin, die Ausläufer eines Knochenkörpers hängen scheinbar mit denen benachbarter vielfach zusammen. Ferner sieht man kleinere den Knochenkörpern ähnliche Gebilde, die selbst so klein werden können, dass sie nur noch so eben bei starken Vergrösserungen unterschieden werden können, sie treten bisweilen rei-

henweis auf und dehnen sich über grössere Strecken aus, an anderen Stellen liegen sie zwischen den grösseren wirklichen Knochenkörpern vereinzelt; es sind diese Bildungen nichts Anderes als Theile von grossen Knochenkörpern und Durchschnitte von Ausläufern derselben, wie sich sogleich ergiebt, wenn man die verschiedenen Ausbuchtungen und Ausstrahlungen der wirklichen Knochenkörper vergleicht. Endlich bemerkt man auf den Längsschliff äusserst lang gezogene Configurationen, die wie auffallend lange Knochenkörper aussehen, ohne es jedoch zu sein, da sie bei fortschreitender Ossification wieder verschwinden; sie kommen wohl nur dadurch zu Stande, dass die Zwischenräume zwischen den Strängen oder die Scheiden an manchen Stellen noch nicht verknöchert sind, oder noch nicht so viel Kalksalze aufgenommen haben, um beim Schleifen resistiren zu können.

Die Veränderungen, welche die Sehnensubstanz während der Kalkablagerung erlitten hat, werden sogleich sichtbar, wenn man sie mit Säuren behandelt. Extrahirt man den Kalk durch mehrtägige Behandlung der ganzen Sehne eines Puters mittelst Essigsäure, so erscheint sie durchsichtig und stark aufgequollen genau bis an den Verknöcherungsrand, von da ab ist sie weniger im Volum verändert und sieht trüber aus; dass letztere Erscheinung, welche auch nach dem Trocknen auffält, nicht etwa von den Zellen und der mit ihnen aufgetretenen die ursprünglichen Scheiden verdickenden Zwischensubstanz herrührt, ergiebt sich sogleich. wenn man einen feinen Längsschnitt der getrockneten Sehne gerade an der Verknöcherungsgrenze anfertigt und unter dem Mikroskop die Essigsäure einwirken lässt; es löst sich allmählig der Kalk unter Kohlensäureentwicklung auf und der nicht mit Kalk imprägnirte Theil quillt auf und bleibt durchsichtig; in ihm aber sind bereits die Zellen genau in derselben Weise vorhanden, wie in dem benachbarten und von Kalksalzen imprägnirt gewesenen Theil. Auch seine Bindegewebsstränge quellen in derselben Weise auf, wie bei jeder anderen Sehne; an manchen Stellen zersprengen sie die sie einhüllenden und nicht hinreichend nachgiebigen Scheiden

und quellen hervor; die Zellen bleiben dabei reihenweis geordnet in ihren Interstitien.

Ganz anders gestaltet sich die Einwirkung der Säure auf den seines Kalkes entledigten Theil. Hier quellen die Stränge langsam und äusserst wenig auf und die bedeutenden Einschnürungen und Anschwellungen fehlen; die Zellenreihen rücken weit näher zusammen; die Scheiden sind nicht mehr so durchsichtig und erst allmählig werden die Zellen sichtbar. Das Lichtbrechungsvermögen der Scheiden und der in den Interstitien liegenden Säulen hat sich verändert, das der streifigen Substanz ist anscheinend dasselbe geblieben. Wo die Verknöcherungsgrenze ging, werden die sämmtlichen Stränge plötzlich um Vieles dicker und durchsichtiger nach dem noch nicht verknöcherten Ende zu. Ganz normales Sehnengewebe findet man in seinem Uebergang in verknöchertes da, wo die überhaupt nicht mehr verknöchernde und darum nicht mit den vorher beschriebenen Zellen versehene Sehne und die verknöcherte an einander grenzen; auch hier sieht man in überzeugendster Weise die als Scheiden ausgelegten Streifen der letzteren in die sich als Scheiden wirklich erweisenden der ersteren sich ununterbrochen fortsetzen. Sowohl diesseits als jenseits der Grenze ziehen vielfach quer über die Bündel verlaufende Streifen; es sind dies die den Einschnürungen entsprechenden Schatten, welche von einer Seite eines Bündels zur anderen verlaufen, wie Henle die Erscheinung für die normale Sehne richtig gedeutet hat.

Ich bin bisher in der Darstellung des Sehnenbaues A. Baur gefolgt und von der entgegenstehenden Virchow's abgewichen; Baur geht davon aus, dass von Luschka, Reichert und Klopsch die umspinnenden einschnürenden Spiralfasern der Bindegewebsbündel als Kunstproducte erwiesen sind, die beim Aufquellen der Grundsubstanz durch Einreissen des die Bündel umgebenden elastischen Grenzsaumes zu Stande kommen und überträgt dies Auftreten von elastischer Substanz auch auf die Sehnenstränge; hier zeigen sich nach Baur die elastischen Säume als der Länge nach zwischen den Strängen verlaufende dunkele Streifen, stellenweise mit Anschwellungen versehen,

welche den dazwischen liegenden Bindegewebskörpern entsprechen. Deutet man hieraus die Bilder am Sehnenquerschnitt, so lösen sich die verästelten Bindegewebskörper Virchow's in folgender Weise auf: „Indem die Zwischenräume zwischen den parallelen cylindrischen Bindegewebssträngen der Sehnen mit einer mikroskopisch und chemisch verschiedenen Substanz angefüllt, wirkliche Lücken nur davon ausgekleidet sind, so müssen auf dem Querschnitt der Sehnensubstanz sternförmige Zeichnungen entstehen, deren Aehnlichkeit mit verästelten Zellen um so grösser wird, als die Centra derselben von Stellen gebildet sind, wo die elastischen Grenzsäume um mehrere Bindegewebskörper auseinanderweichen" (die Entwickelung der Bindesubstanz, untersucht von A. Baur; S. 26). Die Betrachtung des Querschnittes der verknöcherten Sehne lehrt, dass eine derartige Auffassung nicht blos möglich, sondern nothwendig ist.

Untersucht man Querschnitte von den eben beschriebenen mit verdünnter Salzsäure behandelten und darauf getrockneten Sehnen, so erweist sich vollständig, dass die auf Längsschnitten erscheinenden Streifen Scheiden repräsentiren. Ein hinreichend dünner Querschnitt zeigt in Wasser aufgeweicht Folgendes: Die secundären Stränge grenzen sich auf's Bestimmteste gegen einander ab und sind rings von einer feinen Lage einer stärker lichtbrechenden Substanz umschlossen. An einzelnen Stellen treten statt der secundären viel schwächere Stränge auf, welche tertiäre heissen mögen; auch sie sind ringsum von derselben stark lichtbrechenden Substanz umgeben und eben so bestimmt gegen einander, als gegen die gröberen Stränge abgegrenzt. Da wo diese Formation in grösserer Ausdehnung vorkommt, erkennt man nun auch die Knochenkörper mit Ausstrahlungen; es sind an den Stellen, wo die Knochenkörper sich befinden, die Stränge nicht so dicht aneinander gelagert; die Strahlen erscheinen nur als Fortsetzung des dunkleren Knochenkörpers zwischen die Zwischenräume der Bündel. Sowohl innerhalb der ersteren als der letzteren Formation deuten kreisrunde oder elliptische Löcher auf die durchschnittenen Gefässcanäle hin.

Entfernt man das Wasser und setzt statt dessen starke Sal-

petersäure zum Präparat, so quellen die Sehnenbündel nicht mehr in Form von Halbkugeln über die Oberfläche heraus, sondern bleiben fast ganz innerhalb ihrer Scheiden zurück, mit Ausnahme von meist nur wenigen Stellen, welche noch auf dem vorher beschriebenen Stadium des Processes stehen geblieben sind. Bald werden nun die Bündel selbst in ihrem Inhalt undurchsichtiger und ein Theil desselben bricht das Licht stärker als der übrige. Bei längerer Einwirkung der Säure wird der Inhalt der secundären Scheiden allmählig durchsichtiger und geht seiner Auflösung entgegen. Man glaubt nun ein Netzwerk elastischer Fasern vor sich zu sehen. Zerfasert man das Präparat, so gelingt es leicht, den Längsschnitt irgend eines Theiles desselben zu sehen. Hier wird es sogleich offenbar, dass nicht ein Netzwerk von Fasern vorliegt, sondern dass die Fasern nur scheinbar sind und Querdurchschnitte von Scheiden darstellen. Schliesslich werden auch die Scheiden von der Säure angegriffen, sie bleiben nur stückweis zurück und zwar vorzüglich in denjenigen Theilen, wo drei oder mehr Scheiden zusammentreffen, während da, wo nur zwei Bündel aneinander stossen, die Scheidensubstanz aufgelöst wird. Nun kommen auch die Knochenkörper am Längsschnitt zum Vorschein und hin und wieder treten die sogenannten elastischen Fasern auf, von denen man nicht sicher aussagen kann, ob es Reste von Scheiden sind, oder ob sie nur zwischen den Scheiden versteckt lagen, und nun frei wurden. Wie sehr auch das Quellungsvermögen der verknöcherten und mit Säure behandelten Sehne verändert ist, erweist auch das Verhalten ihres Querschnittes gegen verdünnte Kalilauge (10pCt.). Während ein Querschnitt der normalen Sehne sogleich stark aufquillt und die Donders'schen Bänder zeigt, bleiben bei einem Querschnitt der ersteren die quergeschnittenen Stränge unverrückt in ihren secundären Scheiden. Wo die Scheiden die Säulen der die Knochenkörper führenden Substanz zwischen sich aufnehmen, werden hier namentlich die Verhältnisse der Knochenkörper zu ihrer Umgebung auch aus dem Querschnitt klar; man sieht sie als dunkle mit Zacken versehene Flecken in der hellen Intercellularsubstanz, an manchen Orten zwei oder drei dicht neben

einander. Bald werden einige der Stränge in ihrer Umgrenzung undurchsichtiger, zuletzt bei durchfallendem Licht ganz dunkel, bei auffallendem weiss. Der Process ergreift nun auch die übrigen Theile und die Knochenkörper verschwinden dem Blick. Zufällig umliegende und den Längsschnitt zeigende Bündel erscheinen von feinen dunklen Streifen durchzogen und sehen aus, als wären sie in feine Fasern zersplittert. Wasser stellt die Durchsichtigkeit des Sehnenstücks und sein früheres Aussehen wieder her. Zu diesen Versuchen wurden die Sehnen des Puters verwendet. Bis hierher hat die verknöcherte Sehne noch immer die Sehnenstructur. Die weitere Veränderung besteht darin, dass die Sehne die Knochenstructur annimmt. Diese findet man niemals, so lange die Sehne nur noch einzelne ossificirte Stellen hat, sondern erst dann, wenn sie ihrer ganzen Länge nach verknöchert ist. Dass dies Stadium auch wirklich ein späteres ist, lässt sich deshalb mit Gewissheit feststellen, weil an einem und demselben Vogel die Untersuchung sämmtlicher Entwickelungsstadien vorgenommen werden kann. Ein Puter erträgt es, dass man ihm Stücke der Sehne aus dem Unterschenkel herausschneidet, auch wenn sie verknöchert ist. In solchen Fällen ersetzte sie sich nicht wieder. Gleich nach dem Erscheinen der ersten Ossificationspunkte haben die Sehnen noch die Sehnenstructur, und selbst dann noch, wenn sie schon fast der ganzen Länge nach mit Kalksalzen imprägnirt sind. Nachdem nun das Thier noch Wochen und Monate lang gelebt hat, finden sich keine Sehnen in diesem Stadium mehr vor, sondern sie sind weiter in der Ausbildung vorgeschritten. Es lassen sich jetzt nicht blos Längs-, sondern auch hinreichend durchsichtige Querschliffe von der verknöcherten Sehne anfertigen.

Der Querschliff zeigt einen grossen Reichthum von kreisförmigen und elliptischen Löchern von sehr verschiedener Grösse, welche den Gefässcanälen der Knochen entsprechen. Es ist mir nicht gelungen, in den grössten Canälen neben den Gefässen Fettzellen führendes Gewebe aufzufinden. Um die Gefässcanäle herum sind concentrisch die Knochenlamellen gelagert, in denen die Knochenkörper sich befinden. Die Lamellensysteme weichen in keinem Punkte von denen der

wahren Knochen ab, eben so wenig die Knochenkörper, die beim Querschliff meist senkrecht auf ihre Längsachse getroffen werden, mit Ausnahme derjenigen Stellen der Sehne, wo die Gefässe nicht die Längsrichtung inne halten, sondern in anderen Richtungen verlaufen; in diesem Falle folgen auch die Knochenkörper mit ihrem Längsdurchmesser dem Verlauf des Gefässes. Von den Strängen und Scheiden der Sehne selbst ist keine Andeutung mehr zu entdecken. Die Ausstrahlungen der Knochenkörper entspringen mehr oder weniger breit und verzweigen sich häufig in ihrem weiteren Verlauf; mit ihren feinen Ausläufern sieht man sie an vielen Stellen zusammentreffen und, wie es scheint, unter einander in Verbindung treten.

Auch der Längsschliff gewährt in jeder Beziehung das Bild des wahren Knochens. Die Knochenkörper sind etwas lang gezogen und stehen in Reihen hinter einander wie die ursprünglichen Zellen. Die Reihen sind nicht immer ungefähr gleichweit von einander entfernt, sondern rücken oft eng zusammen; dies ist namentlich da der Fall, wo der Knochen die Gefässcanäle umschliesst. Auch liegen hier die Knochenkörper in den Reihen selbst näher bei einander. Die scheinbaren Anastomosen sind weit zahlreicher und die Ausstrahlungen kürzer. Die Form der Knochenkörper hat nichts Abweichendes; es giebt hier, wie dort, schmälere und breitere. An ihren oberen oder unteren Enden gehen sie in beiden Fällen bisweilen gabelförmig auseinander, bisweilen sind sie auch in der Mitte unregelmässig aufgetrieben. Oefters stehen sie in den Reihen so nahe zusammen, dass sie sich mit ihren oberen und unteren Enden berühren und wie grosse, lange Lücken in dem Knochen erscheinen, für gewöhnlich sind sie jedoch um ihren Längsdurchmesser oder um noch mehr von einander entfernt.

In der Regel haben nicht alle Theile des Querschliffs schon die Knochenstructur; selbst bei ganz alten Vögeln war die Entwickelung oft noch nicht so weit vorgerückt. Hier war alsdann der Sehnenbau noch unverkennbar. Die secundären, jetzt vollständig von Kalksalzen imprägnirten Stränge grenzen sich klar gegen einander ab; wo ihrer drei zusammenstossen, ist meist eine wie eine Lücke aussehende dunkle Stelle, von der

dunkle Conturen auslaufen, welche die Bündelformation bewirken; in anderen Fällen erstrecken sich solche dunkle Streifen zwischen eine ganze Anzahl von Strängen hinein und schliessen eine solche Gruppe von allen Seiten ein, so dass man an die, nicht gerade Gefässe führenden, primären Scheiden erinnert wird. An anderen Stellen sieht man durch die secundären Stränge weit feinere Ausstrahlungen von den eben beschriebenen eindringen und einen solchen secundären Strang in drei oder vier oder mehrere Abtheilungen zerfallen; an wieder anderen erkennt man die secundären Stränge gar nicht mehr, sondern es befindet sich hier nur die aus solchen feineren tertiären Strängen bestehende Substanz. Inmitten derselben fallen hin und wieder etwas ausgedehntere Lücken zwischen den Bündeln auf, welche jedenfalls Querschnitte von Knochenkörpern darstellen, wie sich das später mit vollster Sicherheit ergeben wird. Da wo die aus tertiären Strängen bestehende Substanz an das ächte Knochengewebe stösst, verlieren sich die Ausstrahlungen der Knochenkörper in den die Sehnenstränge umgebenden Conturen, welche bisweilen dicker, bisweilen dünner erscheinen als die Strahlen der Knochenkörper selbst. Keineswegs kommt jedoch hierdurch eine ähnliche Formation der Knochenoberfläche zu Stande, wie sie der ächte Knochen durch seine Knochenkörper und deren Ausstrahlungen gewährt; die Zwischenräume zwischen den Knochenkörperstrahlen sind doch weit grösser und viel unregelmässiger. Mitten in den secundären Strängen sieht man hier und da etwas, was wie ein Knochenkörper aussieht, ohne dass sich jedoch etwas Sicheres feststellen lässt. (Fig. 4.)

Es ist wohl möglich, dass die eben beschriebene Sehnenstructur nur darum so auffallend zur Erscheinung kommt, weil das Präparat während des Schleifens starken mechanischen Einwirkungen ausgesetzt ist; es mögen wohl Brüche und Spaltungen entstehen, wo ursprünglich continuirlicher Zusammenhang war. Sicher lässt sich dies von den Rändern des Schliffes aussagen, an welchen sich Theile des Gewebes umlegen und somit nicht den Quer-, sondern den Längsschnitt der Sehne zeigen; hier ist das Gewebe in die secundären oder tertiären

Stränge auseinander gewichen, was bei den von Anfang an zu Längsschliffen angelegten Stücken nicht vorkommt.

Dergleichen störende Einflüsse werden vermieden, wenn man die verknöcherten Sehnen mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure behandelt, die Säure und die vorhandenen Kalksalze mit Wasser extrahirt und die Sehne schliesslich trocknet. Andererseits geht aber auch etwas verloren, was auf dem Schliff so entschieden zu beobachten war; es sind nämlich auf den Querschnitten der so zugerichteten Sehne nicht mehr die Ausstrahlungen der Knochenkörper wahrzunehmen, sondern es kommt etwas ganz Anderes zum Vorschein, was nur auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit darbietet. Jene oben erwähnten Querschnitte der tertiären Stränge sind es, welche hier ausschliesslich auftreten, geordnet zu Lamellen und von strahlenlosen Knochenkörpern durchsetzt. Die Lamellen werden an den Schnitten eigentlich weit auffallender als an den Schliffen, da letztere wegen der Sprödigkeit der Substanz leicht so vielfach zerspringen, dass sie sehr an Deutlichkeit verlieren. Es ergiebt sich an ihnen deutlich, dass die Knochenkörper meist nicht gerade in den Begrenzungsstellen der Lamellensysteme liegen, sondern mehr oder weniger davon entfernt. Die Knochenkörper nehmen die Form kleiner zackiger Körperchen an und verlieren ihre langen Ausstrahlungen. Man könnte denken, die auf der ganzen Oberfläche des Schnittes zum Vorschein kommenden Querschnitte der Scheiden der tertiären Stränge seien die Fortsätze der Knochenkörper, da sie von dieser scheinbar ausgehen; allein der mit Säure behandelte Längsschnitt lehrt sogleich, dass eine solche Auffassung keineswegs der Wirklichkeit entspricht. Lässt man zunächst auf den Querschnitt stärkere Salz- oder Salpetersäure einwirken, so setzen sich die feinen Stränge immer bestimmender gegen einander ab und schliesslich treten nach mehrstündiger Einwirkung der Säure die Scheiden so auffallend hervor, dass man sie zuletzt nur noch allein wahrnimmt, während ihr Inhalt sich ganz dem Blick entzieht. Sie bilden im Querschnitt ein äusserst feinmaschiges gleichmässiges Netzwerk, welches in Lamellen geordnet die Havers'schen Canäle umschliesst und nur an einzelnen Stellen

zwischen seinen Maschen die Reste der Knochenkörper führt. Zerfasert man jetzt dies Netzwerk mittelst feiner Nadeln, so lagern sich in der Regel einige Stücke des Präparates so, dass man es auf dem Längsschnitt beobachten kann, und wenn es sich glücklich trifft, so sieht man an einem schräg gelagerten Stück den Längs- und Querschnitt zugleich. An dem Längsschnitt nimmt man eine längsgestreifte Substanz wahr, deren Streifen nur wenig von einander abstehen und zwar gerade so weit, wie die Durchmesser der Maschen des eben erwähnten Netzwerks vom Querschnitt betragen. An vielen der Streifen liegen die langgezogenen Knochenkörper an, aber ohne jede Spur von Ausläufern. Dass diese Streifen die Umgrenzungen der tertiären Stränge darstellen und nicht etwa einzelne in einer durchsichtigen Substanz liegende Fasern, lehren solche Stellen des Präparates, wo man die scheinbaren Fasern von ihren Enden ansehen kann; hier bemerkt man, dass jedes Mal zwei Fasern der Wandung eines Cylinders entsprechen, dessen freiliegendes Ende eine Masche vom Netzwerk des Querschnittes darstellt. (Fig. 10.)

Wo bleiben nun aber die Ausstrahlungen der Knochenkörper, welche sowohl auf Quer- als Längsschliffen der nicht mit Säuren behandelten Sehne so deutlich sichtbar waren? Hierauf mag vorläufig so viel bemerkt werden, dass nicht immer die unverknöcherten Partieen eines verknöcherten Gewebes nach der Extraction der Kalksalze als differenzirte Bildungen in der mit Kalk imprägnirt gewesenen Substanz zurückbleiben.

Wenn die concentrirte Säure noch einige Stunden länger eingewirkt hat, so gehen die Netze des Querschnittes zu Grunde. Es bleiben nur noch die Gefässstücke in den Havers'schen Räumen und die Reste der Knochenkörper nebst wenigen Bestandtheilen der Scheiden übrig, und am Längsschnitt gewahrt man unregelmässig, öfter spiralig gebogene Fäden, welche in ihrer Form vollständig mit denjenigen Gebilden übereinstimmen, die als elastische Fasern des Sehnengewebes von mehreren Forschern beschrieben sind. Liegen diese Fasern in Lücken zwischen den Scheiden und werden nur durch die Einwirkung der Säure frei, oder sind es wirklich nichts als Ueberbleibsel der Scheiden selbst, dies mag dahingestellt bleiben. (Fig. 11.)

Durch die mitgetheilten Beobachtungen ist erwiesen, dass die verknöchernde Sehne die Sehnenstructur verliert und Knochenstructur annimmt, unter fortdauernder Veränderung des verknöchernden Gewebes. Es liegt nicht nur kein Grund vor zu der neuerdings aufgestellten Ansicht von der Knorpelverknöcherung die Zuflucht zu nehmen, wonach es nicht der Knorpel selbst sein soll, der die Grundlage des Knochens bildet, sondern ein neues von den Markräumen aus gebildetes Blastem, nach vorheriger Auflösung des sogenannten verkalkten Knorpels; vielmehr sprechen gewichtige Gründe mit aller Entschiedenheit dagegen. Es kommt nicht selten vor, dass an Sehnenquerschnitten, welche fast durchweg bereits die ausgebildetesten Lamellensysteme zeigen, mitten zwischen drei oder vier aneinanderstossenden Systemen ein kleiner Rest noch unverwandelt geblieben ist und auf Zusatz starker Salpetersäure nach Auflösung des Kalkes hervorquillt, genau wie bei der ersten Imprägnation der Sehne mit Kalk, und noch ganz den Bau der Sehne aufweist, nämlich längsgestreift ist auf dem Längsschnitt und fein punktirt auf dem Querschnitt, in vollster Uebereinstimmung mit der unverknöcherten Sehnensubstanz. Da nun nach Ablauf des Verknöcherungsprocesses auch solche Stellen den Bau des Knochens haben, so müssen die dazu nothwendigen Veränderungen in dem abgeschlossenen und von dem etwaigen Blastem der Havers'schen Canäle aus nicht mehr erreichbaren Raum in dem Gewebe des Knochens selbst vor sich gegangen sein. Ferner treten die mit Knochenstructur versehenen Theile zuerst als kleine Ringe um das Gefäss herum auf, und erst später gehen die entfernteren Lagen von grösseren Durchmessern in die Veränderung ein; wenn es sich aber um eine Neubildung handeln sollte, so müssten die Havers'schen Canäle zeitweise einen viel grösseren Durchmesser haben und die Knochensubstanz zuerst in den weitesten Lamellen erscheinen und in den engeren später, wovon nirgends eine Andeutung vorhanden ist. Zudem aber erweist sich, dass beinahe alle Uebergangsformen von der ursprünglichen Sehnenstructur bis zum vollendeten Knochen existiren und an diesem, so weit wir ihn bisher betrachtet haben, die wichtigeren

Eigenschaften der Sehne, das Auftreten von sogenannten elastischen Fasern,[1]) tertiären Strängen und Scheiden nach Behandlung mit concentrirter Salpetersäure, noch nicht untergegangen sind. Uebergangsformen sind es, wenn innerhalb der secundären Stränge bereits die Andeutung der tertiären sich vorfindet. Dies kommt nicht selten vor, namentlich nimmt man es an Querschliffen wahr, wo wahre Knochen- und Sehnenstructur zusammen vorkommen; hier sind an manchen Stellen schon innerhalb der secundären Stränge drei, vier oder mehr tertiäre Stränge angedeutet, welche nur deutlicher hervorzutreten brauchen, um das Ansehen des Gewebes anzunehmen, welches an mit Säuren behandeltem, bereits mit Knochenstructur versehenem Gewebe die eigentliche Grundlage des Sehnenknochens abgiebt. Endlich könnte zu Gunsten einer Neubildung von Gewebe innerhalb der Gefässcanäle noch eine Erscheinung angeführt werden, welche man zuweilen an älteren Sehnenknochen beobachtet; es verlieren sich nämlich zuletzt auch in den mit Säuren behandelten Sehnenknochen innerhalb einzelner Lamellen die letzten Spuren des sehnigen Baues, indem selbst die tertiären Stränge verschwinden und statt ihrer eine vollständig homogene nur Knochenkörper führende Grundsubstanz auftritt. Oefter findet dies nur in der unmittelbaren Umgebung des Gefässes statt; in einem Lamellensysteme ist es dann nur der innerste Cylinder, welcher homogen erscheint, während die ihn umgebenden aus tertiären Strängen zusammengesetzt sind. Hier könnte man sich zu obiger Annahme geneigt finden, wenn nicht folgende Beobachtung auch hier jeden Zweifel beseitigte. Es kommt nämlich hin und wieder vor, dass nicht die dem Gefäss zunächst liegende Lamelle homogen erscheint, sondern eine davon entfernte, die in keiner Weise mit dem Havers'schen Canal selbst in Berührung tritt, was doch der Fall sein müsste, wenn ihre Entstehung von hier aus mittelst Ablagerung eines neuen Gewebes abgeleitet werden sollte. Bei längerer Einwirkung der Säure treten um solche homogene

1) Ich bediene mich des Ausdrucks „elastische Fasern“ wie andere Autoren für jene wellig verlaufenden, scheinbaren Fasern, die Henle Kern- und später Spiralfasern genannt hat.

Ringe nicht selten concentrische Streifen einer Substanz auf, welche eben so sehr der Säure widersteht, wie die Substanz der secundären und tertiären Scheiden. Wird der Sehnenknochen nur mittelst Querschliffen betrachtet, so kann man nicht entscheiden, wo homogene Grundsubstanz und wo tertiäre Stränge sich befinden, wenigstens kann die aus letzteren bestehende Substanz so verknöchern, dass jede Andeutung derselben am Schliffe verschwindet. (Fig. 12.)

Durch die mitgetheilten Untersuchungen wird ferner erwiesen, dass sternförmige Bindegewebskörper, wie sie von Virchow beschrieben sind, in den Sehnen nicht existiren; wenn sie existirten, so müssten sie nach Virchow's eigener Angabe bei der Verknöcherung zu Knochenkörpern werden. Nun sehen wir jedoch die Knochenkörper auf das Entschiedenste einzig und allein aus den vor der Verknöcherung auftretenden Zellen der eingeschobenen knorpelartigen Substanz hervorgehen.

Wenn aber die strahligen Bindegewebskörper nicht in der Sehne existiren, so muss selbstverständlich die Formation des Bindegewebes in Stränge eine andere Ursache haben und kann Virchow's Ansicht nicht richtig sein, dass sie durch das Eintreten der sternförmigen Körper zwischen eine homogene Grundsubstanz zu Stande kommt. Das Auftreten der Scheiden ist ein nothwendiger Begleiter der aus einzelnen und grösseren Strängen zusammengesetzten ganzen Sehne.

Es würde daher Bindegewebe vorkommen können, welches bei der Ossification keine Knochenkörper zeigt, während es doch in Strängen angeordnet ist. Und solches Bindegewebe kommt in der That vor. Extrahirt man aus einem Hechtzahn die Kalksalze mittelst verdünnter Säure, lässt ihn trocknen und macht von seinem unteren Theil, mit dem er auf dem Kiefer festsitzt, Querschnitte, so findet man das Gewebe rings um die Gefässcanäle herum so in regelmässige Bündel abgetheilt, dass man mit dicken Membranen umgebene Zellen vor sich zu haben glaubt, und es des Längsschnittes bedarf, um sich von der Scheidennatur der Grenzschichten der vorhandenen Bündel zu überzeugen. An Querschliffen solcher Zähne ist nichts von

alledem wahrzunehmen, die verknöcherte Substanz, innerhalb welcher die bekannten feinen Canäle verlaufen, ist durchweg homogen und hat niemals Knochenkörper. Dass dies Gewebe wirklich Bindegewebe ist, wie bereits Leydig behauptet hat, wird an solchen Zähnen besonders klar, welche an ihrer Basis nicht verknöchert sind, was selbst bei grossen Exemplaren nicht selten vorkommt. Hier legt sich das Bindegewebe, wie sonst in lockige Bündel, lässt sich auch in Fibrillen zerfasern und quillt in Essigsäure auf.

Hiernach steht fest, dass sogenanntes geformtes Bindegewebe mit den ausgebildetsten Strängen verknöchert, ohne dass Knochenkörper entstehen. Wo aber wirklich Knochenkörper an geformtem Bindegewebe bei der Verknöcherung entstehen, tritt erst durch einen besonderen Vorgang eine knorpelige Subtanz mit Zellen auf, so im Sehnengewebe.

Wenn nun Virchow die Behauptung als allgemein gültig in seiner bekannten Abhandlung über die Identität der Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörper aufstellt, dass das geformte Bindegewebe verknöchern könne und seine angeblichen Körper zu Knochenkörpern würden, so ist dagegen zu bemerken, dass niemals auch nur ein einziger solcher Fall erwiesen worden ist. Es müsste immer erst dargethan sein, dass nicht eine Zellenneubildung vor dem Eintritt der Ossification stattgefunden hat, was nicht geschehen ist. Die Ossification der verknöchernden Schicht des Periostes oder des den Kopfknochen zu Grunde liegenden Gewebes kann hier nicht in Frage kommen, da dies kein geformtes Bindegewebe ist. Was aber sonst als verknöchertes geformtes Bindegewebe beschrieben wurde, z. B. das Gewebe der Dura mater, ist entweder kein geformtes Bindegewebe, sondern periostale Wucherung, oder es muss nach dem, was wir jetzt über die Sehnenknochen wissen, bis auf Weiteres angenommen werden, dass in vorhandenem geformten Bindegewebe erst eine Neubildung von Zellen und knorpelartiger Substanz eingetreten ist, ehe die Verknöcherung unter Bildung von Knochenkörpern begann.

Die Existenz von Scheiden um Bindegewebsbündel ist übri-

gens, wie bemerkt, schon vor langer Zeit mit Entschiedenheit behauptet und zwar namentlich von Luschka und Reichert, von A. Baur neuerdings bestätigt und mit Bezug auf Virchow's Sternzellen in dem Sehnengewebe verfochten worden. Es war jedoch die Isolirung der Scheiden noch nirgends gelungen. Virchow hat vor Kurzem (Archiv für pathol. Anatomie 1859. S. 19) seine Ansicht über Sehnenstructur wiederum als noch zu Recht bestehend hingestellt und die entgegenstehende bestritten. Er behauptet nämlich, wenn diese Auffassung richtig wäre, so müssten die scheinbaren Zellenausläufer überall vollständige Umgrenzungen der Bündel darstellen. Hierin stimmt gewiss jeder mit Virchow überein, weil es sich sonst überhaupt nicht um Scheiden handeln könnte. Es hängt somit Alles von der Schärfe seines Beweises ab, dass sie in Wirklichkeit keine vollständigen Umgrenzungen darstellen. Dies soll deshalb nicht der Fall sein, weil die scheinbaren Fäden auch im Inneren eines Bündels auf Querschnitten vorkommen. Lässt sich diese Erscheinung nicht aber auch so verstehen, dass es sich hier gar nicht um ein einziges Bündel handelt, sondern um zwei, zwischen denen die Scheide verläuft und nur nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zum Vorschein kommt? So kann man nicht blos, sondern so muss man diese Erscheinung bei den verknöcherten Sehnen deuten. Wenn man nämlich zu einem Querschnitt, der dies Phänomen zeigt, starke Salpetersäure zusetzt, so treten die Scheiden der stärkeren und feineren Stränge als ein continuirliches Netzwerk mit gröberen und feineren Maschen im ganzen Umfang auf's Deutlichste hervor. Die verknöchernde Substanz ist hier belehrender, als die nicht verknöchernde, wegen des veränderten Quellungsvermögens. Bevor jedoch die Veränderung des Quellungsvermögens nicht eingetreten ist, verhält sich die verknöchernde Sehne gerade so wie jede andere.

Ausserdem giebt Virchow an, dass die deutlichsten Fäden in Form runder Punkte oder feinster Ringe auf dem Querschnitte hervortreten. Da in dieser Beziehung alle Erscheinungen an der mit Scheiden und runden oder eckigen Zellen versehenen, aber noch nicht mit Kalk imprägnirten, Sehne ge-

nau dieselben sind, wie an Querschnitten der normalen, und auch hier bei gehöriger Zurichtung runde Punkte und feine Ringe sich bemerkbar machen, so ist es wohl nicht mehr thunlich, dies Argument für die Nichtexistenz von Scheiden zu verwerthen.

Wenn die Sternzellen im Gewebe der Sehnen nicht existiren, so ist auch die Lehre von einem sogenannten Saftröhrensystem hier nicht mehr haltbar. Virchow und nach ihm Kölliker und andere Forscher lehren bekanntlich, dass in den Sehnen durch unter einander anastomosirende Zellen, deren Fortsätze bei vollständig ausgebildeten Sehnen sehr lang werden sollen, ein Röhrensystem zu Stande komme, durch welches erst die Ernährung dieser Gebilde bei der geringen Gefässentwicklung ermöglicht wird, wie man etwas Aehnliches auch bei den Knochen finde, deren sternförmige Höhlen unter Umständen von den Markcanälen aus injicirt werden können. Dass Zellen Saft führen, ist so lange allgemein angenommen worden, wie überhaupt ihre Existenz bekannt ist; es ist daher auffallend, wenn man eine bestimmte Gruppe mit dem Namen Saftzellen belegt. Merkwürdig wäre es jedenfalls schon, dass ein solches Saftröhrensystem nebst den Gefässen nicht ausreichte für den Ossificationsprocess, sondern dass hier erst allgemein eine Zellenneubildung auftritt, welche selbst kein Röhrensystem darstellt, sondern ein solches für die später verknöcherte Sehne liefert. Und geradezu in Widerspruch mit Virchow's Lehre von der Verknöcherung ist es, dass das Saftröhrensystem der unverknöcherten Sehne nicht auch das Saftröhrensystem der verknöcherten wird. Nehmen wir jedoch einmal die Existenz dieses Saftröhrensystems für die Sehne an und ziehen die weiteren Consequenzen unter Berücksichtigung der oben mitgetheilten Beobachtungen, so ergiebt sich Folgendes. Erwiesener Massen findet vor dem Beginn der Kalkablagerung eine Neubildung von Zellen statt. Diese würden in Sternzellen liegen, und zwar eine einzige in einer Sternzelle; die in den angenommenen Sternzellen liegenden Zellen werden, wie feststeht, zu Knochenkörpern, und zwar, wie vielfach angenommen wird, indem auch sie sternförmig werden und unter einander

in offene Verbindung treten. Nun liefern aber auch nach der neuen Lehre die ursprünglich vorhandenen Bindegewebskörper ein Saftröhrensystem. Folglich würden zwei Saftröhrensysteme entstehen, von denen das eine im anderen steckte und von seinem Safte umflossen würde!

Nach dem eben Bemerkten kann auch die Auslegung nicht richtig sein, welche Förster seiner Abbildung von dem Querschnitt der verknöcherten und mit Säure behandelten Sehne giebt. Zunächst geht aus der Abbildung nicht hervor, in welchem Stadium der Verknöcherung die Sehne sich befindet, ob sie noch Sehnenstructur hat, oder bereits die Knochenstructur; es müssten dazu Querschnitte von Sehnensträngen oder Knochenlamellen zu erkennen sein. Mag es sich jedoch um das Stadium der Sehnenstructur oder um das der Knochenstructur handeln, auf jeden Fall ist die Behauptung irrthümlich, dass die abgebildeten Sehnenkörper und Knochenkörper den Uebergang der ersteren in die letzteren beweisen. Sogenannte Uebergangsformen zwischen Objecten, von denen nur wenig Eigenschaften bekannt sind, lehren überhaupt gar nichts über deren wirklichen Zusammenhang; so kann man Uebergangsformen von Gregarinen zu den mannigfaltigsten Zellen der von ihnen bewohnten Organismen aufstellen, ohne dass darum der geringste Grund vorhanden wäre, an eine Abstammung der Gregarinen von diesen Zellen, oder der Zellen von den Gregarinen zu denken; ja es kann sich selbst ereignen, dass die verschiedensten Dinge einander so ähnlich sehen, dass man sie nach ihrer Form allein bis jetzt nicht unterscheiden kann, so z. B. farblose Blutkörper mancher Thiere von jungen Gregarinen. Durch die von mir dargelegten Beobachtungen wird aber auf das Bestimmteste dargethan, dass kein Uebergang von den Förster'schen Bindegewebszellen zu Knochenkörpern statt hat, da seine Bindegewebszellen Querschnitte von Scheiden darstellen, in denen wohl eine Zelle liegen kann, die aber nicht selbst Zellen sind.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt der getrockneten und in Wasser aufgeweichten Sehne vom Puter mit kleinen von Kalkerde imprägnirten Flecken der Grundsubstanz im Bereiche mehrerer Stränge am Rande.

Fig. 2. Die verknöchernde Sehne von der Unterextremität eines Zeisigs im Längsschnitt, mit Zellenreihen zwischen den Strängen. Einige der Zellen haben einen deutlichen Kern, andere sind mit Fettkörnchen erfüllt.

Fig. 3. Secundäre Scheiden, die meisten im Querschnitt, einige schief durchschnitten, von einer verknöcherten, mit Salpetersäure längere Zeit behandelten Sehne eines jungen Puters.

Fig. 4. Querschliff einer verknöcherten Sehne vom Puter mit einem von Lamellen umgebenen Havers'schen Canal; am Rande ist noch die Sehnenstructur erkennbar.

Fig. 5. Längsschliff einer Sehne vom Puter mit würfelförmigen Knochenkörpern und später verschwindenden länglichen Lücken am Rande; die übrige Substanz enthält die Knochenkörper in nicht mehr sich verändernder Gestalt.

Fig. 6. Längsschliff mit dicht bei einander stehenden, theilweis gabelförmig auslaufenden Knochenkörpern aus der nächsten Umgebung eines grösseren Gefässraumes.

Fig. 7. Querschnitt einer mit verdünnter Salzsäure behandelten, getrockneten Sehne, im Wasser aufgeweicht. Zwischen den quergeschnittenen tertiären Strängen erscheinen die Knochenkörper.

Fig. 8 Ebenso behandelter Querschnitt einer verknöcherten Sehne von *Crax alector*. Es sind nur tertiäre Stränge sichtbar, zwischen denen die Knochenkörper erscheinen. Die Lamellen sind vollständig entwickelt und die Knochenstructur vorhanden, wenn man das Wesentliche derselben in dem Auftreten von Lamellensystemen mit Knochenkörpern und Gefässcanälen sucht.

Fig. 9. Querschnitt einer Sehne vom Puter mit concentrirter Salzsäure behandelt. Es ist nach längerer Einwirkung der Säure nur noch ein Netzwerk mit gröberen und feineren Maschen sichtbar, welches die Scheiden der Sehne im Querschnitt repräsentirt. Am Rande sind einige aus der Scheide hervorgequollene Bündel abgebildet, wie sie beim Beginn der Einwirkung der Säure hervortreten. Bei der Behandlung mit concentrirter Essigsäure tritt sogleich dasselbe Netzwerk auf; die Stränge quellen aus den Scheiden hervor, unterscheiden sich aber durch ihr Lichtbrechungsvermögen so wenig von der umgebenden Flüssigkeit, dass man sie nur schwierig an den Rändern des Präparates bemerkt.

Fig. 10. Längsschnitt einer bereits mit Lamellen versehenen verknöcherten Sehne mit concentrirter Salpetersäure behandelt. Zwischen den tertiären Strängen sind die Knochenkörper sichtbar; ein Theil der ersteren erscheint in der Nähe des Gefässes im Querschnitt.

Fig. 11. Derselbe Längsschnitt nach längerer Einwirkung der Säure. Es treten die vielfach gewundenen Streifen von der Form der sogenannten Kern- oder Spiralfasern auf.

Fig. 12. Querschnitt einer verknöcherten Sehne von *Crax alector* mit verdünnter Salzsäure behandelt. Eine der Lamellen zeigt keine Spur mehr von Bündelformation, und ist letztere auch nicht mehr durch Anwendung concentrirter Säuren hervorzubringen.

Anmerkung. Nach beendetem Druck des vorstehenden Aufsatzes kommt mir eine Abhandlung von Dr. Martyn on connective tissue (Archives of Medicine: edited by Lionel S. Beale, Nr. VI. p. 99) zu Gesicht, worin Virchow's Lehre von den sternförmigen anastomosirenden Bindegewebskörpern im Sehnengewebe angegriffen wird. Was Virchow für sternförmige Zellen hält, sind nach Martyn Zwischenräume zwischen drei oder mehreren Strängen, in denen hin und wieder ein Körperchen liegen kann. Ich kann hierzu nur bemerken, dass gewiss nichts geeigneter ist, sich über diesen Gegenstand zu unterrichten, als die verknöcherte Sehne, wegen der stärker entwickelten Scheiden und der veränderten Quellungsverhältnisse des Gewebes. Untersucht man eine ganze Sehne eines kleinen Vogels, z. B. eines Sperlings, sobald die verknöcherte Substanz nach Auflösung des Kalkes in Salpetersäure durchscheinend geworden ist, so sieht man lange dunkle die Sehnenstränge begrenzende Streifen, und die würfelförmigen oder ähnlich gestalteten Knochenkörper in Reihen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Stränge mit deutlichen Umgrenzungen und wo ihrer mehrere zusammenstossen, liegt vielfach ein Knochenkörper inmitten eines sternförmigen Raumes, nur dass die Strahlen des Sternes sich rings um die Fascikel herum erstrecken. Lässt man concentrirte Säure längere Zeit einwirken, so bleiben nur die oben beschriebenen Netze, d. h. die Querschnitte der Scheiden sichtbar. Macht man einen Schnitt schief gegen die Längsachse, und bringt die Säure oder Kalilauge hinzu, so erblickt man die schief durchschnittenen Scheidenenden, aus denen man hier deutlich die Sehnensubstanz ein wenig hervorgequollen sieht, und die dazu gehörigen Scheidenstücke zugleich. An letzteren ziehen, wenn die Verknöcherung eben erst begonnen hat, über die eingeschnürten Stellen der Bündel häufig die Streifen der zwischen je zwei hinter einander liegenden Zellen befindlichen Intercellularsubstanz hin, was namentlich nach Behandlung einer Sehne vom Rebhuhn mit Essigsäure deutlich wird. Wenn man mit rauchender Salzsäure (die bei den oben mitgetheilten Versuchen angewandten Säuren waren wasserhaltig) einen Querschnitt einer im Beginn der Kalkablagerung begriffenen und nur theilweise von Kalk imprägnirten Sehne eines Puters behandelt, so erscheinen an den nicht von Kalk imprägnirten Stellen sogleich die sternförmigen vielfach anastomosirenden Zellen Virchow's oder die von Martyn ausgebildeten Lücken; an den schon kalkhaltigen dagegen bleibt das beschriebene Netzwerk übrig, indem sofort die Stränge aus ihren Scheiden hervorquellen. Die sternförmigen Zellen sind die zerfallenden, die Netze die unversehrten Scheiden der Sehne im Querschnitt.

Für die beigegebenen Abbildungen ist eine 330fache Vergrösserung durchweg angewendet.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens (*Cavia cobaya*).
(Erste Abtheilung.)

Von

C. B. Reichert.

(Auszug aus den Vorträgen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, am 23. Januar und 25. October 1860.)

Die reifen Eichen werden etwa um die 12—14te Stunde nach der Begattung aus dem Graaf'schen Follikel ausgestossen. Das Bersten des Graaf'schen Follikels ist von einem Bluterguss begleitet, der in vielen Fällen dem unbewaffneten Auge und bei Anwendung der Loupe, in anderen erst bei mikroskopischer Untersuchung sichtbar wird. Eine Wucherung gefässhaltiger Fortsätze der Kapsel des Graaf'schen Follikels ist vor dem Platzen des letzteren nicht nachzuweisen. Der Strahlenkranz, in welchem der Discus proligerus reifer, aber auch nicht völlig reifer Säugethiereichen erscheint, ist nicht der optische Ausdruck von spindelförmig angewachsenen Zellen (Th. Bischoff), sondern ein optisches Trugbild, das bei mikroskopischer Beobachtung des scheinbaren Querschnittes der epitheliumartig über die Zona pellucida ausgebreiteten, vollsaftigen, rundlichen, durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgeplatteten Zellen des Discus proligerus sich einstellt. Die Zellen der Membrana granulosa und des Discus proligerus haben gleiche und zwar die oben bezeichnete Form; jede Abweichung von derselben wird durch mechanische Zerrung künstlich herbeigeführt. Die beim Platzen des Graaf'schen Follikels in die Eileiter ausgeworfenen Eichen der Meerschweinchen haben keinen Discus proligerus, umgeben sich auch nicht, wie schon Hr. Bischoff beobachtet, mit einer Eiweissschicht. Etwa am vierten Tage nach der Begattung treten sie aus dem Eileiter in das Gebärmutterhorn über; am fünften und sechsten Tage vertheilen sie sich im letzteren.

Die Bildung der Decidua reflexa beginnt in der zweiten Hälfte des siebenten Tages nach der Begattung und ohne eine, irgendwie deutlich ausgeprägte, vorhergegangene Umwandlung der Gebärmutterschleimhaut in eine Decidua vera. Sie zeigt sich an denjenigen Stellen, wo die zwar noch im Furchungsprocess begriffenen, aber schon in dem Gebärmutterhorn zer-

streuten Eichen fixirt werden. Die Eichen befinden sich um diese Zeit nicht in einem neu gebildeten Divertikel des Schleimhautparenchyms, auch nicht in einer Gebärmutterdrüse (Th. Bischoff), deren Ausführungsgänge einen fast drei Mal kleineren Querdurchmesser und ein noch kleineres Lumen besitzen, als der Durchmesser der Eikugel beträgt; sie liegen vielmehr vorher völlig frei in der Gebärmutterhöhle und werden später ebenfalls frei in der Kapsel der Decidua angetroffen. Bei der Schwierigkeit der Untersuchung ist nicht mit völliger Sicherheit zu entscheiden, ob die bis zur Bildung der Decidua freiliegenden Eichen in die anfangs noch offene Kapsel der Decidua hineingepresst werden, oder ob die Decidua-Kapsel in der Gegend, wo das Eichen selbst liegt, entsteht; das Letztere erscheint aber wahrscheinlicher.

An der Bildung der Decidua ist ein gürtelförmiges, um das Lumen der Gebärmutterhöhle herumziehendes, etwa 2 Mm. breites Stück der Schleimhaut betheiligt. Diese Schleimhaut ist hier, wie in den anderen Gegenden der Gebärmutter, von einem leicht ablösbaren Epithelium bekleidet und in ihrem Parenchym von den knäuelartig aufgewundenen, schlauchförmigen, nicht follikulären (Th. Bischoff) Uterindrüsen durchsetzt. Die Bildung der Decidua spricht sich im Allgemeinen durch Wucherung des Schleimhautparenchyms an einer solchen Stelle aus, an welcher jedoch anfangs besonders das bindegewebige Stroma mit den Gefässen, weniger die Drüsen Antheil nehmen. Die Wucherung ferner erfolgt hier in zwei räumlich gesonderten Abschnitten, die auch nicht völlig zur gleichen Zeit ihren Bildungsprocess beginnen. Der eine grössere Abschnitt umfasst die am freien Rande und an den Seitenwänden des Uterus gelegenen Bezirke der Schleimhaut in der bezeichneten Breite, und hier beginnt die Wucherung zuerst; der zweite kleinere und später sich verdickende Abschnitt ist auf die, an der befestigten Randpartie des Uterus gelegene Schleimhautgegend beschränkt. Bei Wucherung des ersten Abschnittes gerathen die etwas stärker an Volumen zunehmenden Randpartieen der sich verdickenden Seitenwände des Uterus, in einer Breite von $^3/_4$ Mm., aneinander, verwachsen und schliessen einen spaltförmigen, etwa $^1/_2$ Mm. breiten, zungenförmig umgrenzten Hohlraum von der Gesammthöhle des Uterus so ab, dass mit der letzteren (an der befestigten Randpartie der Gebärmutter) noch eine offene Communication durch zwei seitlich abgehende, enge Canäle erhalten bleibt. An dem entgegengesetzten, geschlossenen Ende des Hohlraumes befindet sich eine cylindrische Aussackung von $^1/_{12}$—$^1/_6$ Mm. im Querdurchmesser, der sogenannte Zapfen, so dass der zuerst gebildete Theil der Decidua-Kapsel, nach der Begrenzung seines Hohlraumes, mit einer Feldflasche verglichen werden kann, der noch der Boden fehlt, und deren geschlossenen Hals der Zapfen vertritt. Sodann stellt sich die Wucherung des zweiten Ab-

schnittes an der befestigten Randpartie des Uterus ein, füllt die engen Canälchen aus, verwächst daselbst mit der durch Verschmelzung der Seitenwände gebildeten Randpartie des ersten Theils der Decidua und bildet so das Bodenstück, die Basis, der jetzt geschlossenen Kapsel.

Die Höhle der Decidua reflexa ist demnach in Wahrheit nur ein abgekammerter, eigenthümlich configurirter Theil der allgemeinen Höhle des Gebärmutterhorns; sie ist, wie diese, von den Seitenwänden her platt gedrückt, mehr spaltförmig und zieht mit ihrem Längsdurchmesser von dem freien Rande des Uterus und dem Zapfen her, im Querdurchmesser des Hornes, zum befestigten Rande und ihrer Basis hin. Wenn man auf die Einzelnheiten bei der Bildung keine Rücksicht nimmt, so könnte man einfach sagen, dass die Decidua reflexa und ihre Höhle durch die Bildung zweier, $^1/_2$ Mm. von einander abstehender und im Querdurchmesser des Gebärmutterhornes hinziehender Scheidewände entstanden sei.

Abgesehen von den beiden, bei der ersten Anlage hervortretenden Hauptstücken der Decidua reflexa, dem zuerst gebildeten Körper und der später auftretenden Basis, muss man an derselben, und zwar mit grösserer Berechtigung als bei gewöhnlichen Schleimhäuten, das die Höhle auskleidende Epithelium, die „epitheliale Kapsel", und das dicke, drüsenhaltige Schleimhautsubstrat, die „Schleimhautkapsel", unterscheiden. Wie nämlich das Epithelium der Gebärmutterschleimhaut bei Meerschweinchen, Ratten und Mäusen einige Tage nach der Begattung durch leichte Ablösbarkeit im Allgemeinen ausgezeichnet ist, so findet dieses in noch höherem Grade bei dem Epithelium der Decidua reflexa statt; nur an der Basis ist die Abtrennung ohne Zerstörung nicht ausführbar. Die isolirte epitheliale Kapsel zeigt dann die Form des Höhlenraumes der Decidua am deutlichsten; man unterscheidet an ihr die etwas trichterförmig ausgezogene Basis und den zungenförmigen Körper mit dem cylindrischen Zapfen. In dem Zapfen, von den Zellen der epithelialen Kapsel eng umschlossen, aber ohne die geringste Spur einer Verschmelzung der beiderseitigen Zellen, also frei, liegt das etwa $^1/_{20}$ P. L. im Durchmesser haltende Eichen — ein solides kugelförmiges Aggregat von Dotterzellen ohne umhüllende Zona pellucida darstellend. Die Höhle der Decidua reflexa ist demnach gegenwärtig viel grösser als das Ei selbst, das nur in einer Nische der allgemeinen Höhle seinen Platz findet.

Die partiellen und totalen Deciduae reflexae anderer Thiere unterscheiden sich in diesem Verhalten von denen der Meerschweinchen und wahrscheinlich auch der Ratten und Mäuse, da bei ihnen das Eichen oder die Embryonen gleich anfangs den Raum der Gebärmutterhöhle, in welchem sie fixirt werden,

auch vollständig ausfüllen; bei Meerschweinchen, Ratten und Mäusen findet dieses erst später statt.

Die zum richtigen Verständniss der Bildungsgeschichte des Meerschweinchens so wichtige epitheliale Kapsel der Decidua reflexa erleidet im Laufe des achten bis zum Beginn des 13ten Tages nach der Begattung sehr auffällige Formveränderungen. Aus der mehr kurzhalsigen Flasche wird im Laufe des achten Tages eine langhalsige. Die Länge des Halses oder des sogenannten Zapfens wurde besonders in einem Falle sehr bemerkbar, in welchem die Dotter zweier Eier darin aufgenommen waren. Das blinde, die Dotterkugel enthaltende Ende des cylindrischen Zapfens wird durch eine leichte Einschnürung knopfartig von dem längeren, durchsichtigen Abschnitt geschieden. An dem plattgedrückten Körper der flaschenförmigen Kapsel zeigt sich die Basis, in Folge von Wucherung des anliegenden Schleimhautsubstrats der Decidua, gegen die Höhle hin etwas eingedrückt. Die vordringende Bildungsmasse setzt sich zugleich an der Innenfläche des Epithels als innere Schicht des Körpers fort und tritt sogar mehr oder weniger weit auf die Innenfläche des Zapfens über. Am neunten Tage verkümmert (während der gesteigerten Wucherung im Schleimhautsubstrat der Decidua am befestigten Rande des Gebärmutterhorns) der Körper der epithelialen Kapsel allmählig vollständig. Es bleibt also von der ursprünglich angelegten epithelialen Kapsel schliesslich der stark erweiterte und verlängerte Zapfen allein übrig. Derselbe hat am Beginn des 13ten Tages eine Länge von $4^1/_4$ Mm. und eine grösste Breite von 1—$1^1/_6$ Mm. Der Breitendurchmesser variirt etwas in den verschiedenen Abschnitten, die durch ihre eigenthümliche Zeichnung auch dem unbewaffneten Auge leicht erkennbar werden. Die im Allgemeinen cylindrische Form ist an beiden Enden abgerundet und zwar flacher an demjenigen, der gegen den befestigten Gebärmutterrand gerichtet ist. Die Abschliessung des Zapfens ist hier durch das in den Hohlraum eingetretene Schleimhautparenchym bewerkstelligt. Während das entgegengesetzte Ende sich zu jeder Zeit von dem Substrat leicht ablöset und frei heraustritt, ist ersteres, das befestigte Ende, auf das Innigste mit dem Schleimhautsubstrat in Verbindung gesetzt und ohne Zerstörung der Kapsel gegenwärtig noch weniger als früher frei zu machen.

Man kann an dem Zapfen, wie schon angedeutet, mehrere, und zwar drei Abschnitte unterscheiden. An dem abgerundeten, freien Ende befindet sich der durch seine weissliche (bei auffallendem Lichte) Trübung ausgezeichnete erste und kleinste Abschnitt von etwa $^2/_3$ Mm. im Längsdurchmesser; er enthält die in Entwickelung begriffene Dotterkugel und später den Embryo in seiner ersten, einfachen Bläschenform. Derselbe wird durch eine am 9ten Tage stärkere, am 12ten Tage schon schwächer ausgeprägte, circuläre Einschnürung von dem

zweiten Abschnitte geschieden. An dieser eingeschnürten Stelle tritt ein circulärer Vorsprung von der Wand der Kapsel in's Innere des Hohlraumes derselben hervor und bildet anfangs (am 9ten Tage), wie es scheint, ein vollständiges, queres Septum, durch welches die Höhle des ersten Abschnittes von der des zweiten getrennt wird. Am 11ten und 12ten Tage ist dieses Septum jedoch nur unvollständig, da es eine allmälig an Grösse zunehmende Oeffnung besitzt. Auf diese Weise ist also — in vorliegender Entwickelungsperiode — der Abschnitt des Zapfens, in welchem die Dotterkugel ihre Lage hat, von dem übrigen Theil mit dem entsprechenden Hohlraum mehr oder weniger vollständig getrennt. Der zweite Abschnitt besitzt zu Anfange des 13ten Tages eine Länge von $1^1/_3$ Mm. und eine Breite von $^4/_5$—1 Mm.; er ist durchsichtiger als der erste. Der letzte und dritte Abschnitt ist gemeinhin der längste (etwa $2^1/_4$ Mm. im Längsdurchm.) und bei Blutfülle der Gebärmutter nach dem Tode durch ein zierliches Blutgefässnetz ausgezeichnet, welches nicht äusserlich an der epithelialen Kapsel (Th. Bischoff), sondern an der Innenfläche derselben, in dem hinübergetretenen Schleimhautparenchym, seine Lage hat. Der dritte Abschnitt wird nämlich dadurch an dem Zapfen gebildet, dass das in dem früheren Körper der epithelialen Kapsel eingedrungene Schleimhautparenchym bis zum 11ten und 12ten Tage nach der Begattung an der Innenfläche des Zapfens weiter fortwächst. Die Wand des ersten und zweiten Abschnittes der epithelialen Kapsel besteht, wie früher, nur aus Epithelium. An der Wand des dritten Abschnittes müssen zwei Schichten unterschieden werden: die äussere und innere. Die äussere ist die unmittelbare Fortsetzung des Epitheliums der beiden anderen Abschnitte; sie hört an der befestigten Endfläche da auf, wo das Schleimhautsubstrat in's Innere der epithelialen Kapsel eindringt und dann zugleich die innere Schicht der Wand bildet. Diese innere gefässhaltige Schicht liegt aber nicht frei dem Hohlraum der Kapsel zugewendet, sie ist gleichfalls noch von einem Epithelium (inneres Epithelium dieses Abschnittes) bekleidet. Der weitere Fortgang der Entwickelung lehrt, dass die vom 8ten bis 13ten Tage stattfindenden und beschriebenen Formveränderungen an der epithelialen Kapsel und insbesondere an ihrem Zapfen auf die Ausbreitung und Lage späterer Bildungszustände des Embryo's, der vorläufig seine Lagerungsstätte auf den kleinsten Abschnitt beschränkt hat, berechnet sind. Mit Rücksicht darauf habe ich den ersten Abschnitt „Zone des Fruchthofes", den zweiten „Zone des Gefässhofes", und den dritten „**Placentarzone**" genannt.

Die Veränderungen, welche an dem kugelförmigen, aus einer nicht genau bestimmbaren Anzahl Dotterzellen bestehenden Dotter, vom achten Tage nach der Befruchtung bis etwa zur Mitte des 13ten, bemerkbar werden, sind folgende:

1. Die Bildungsdotterkugel, von der Zone des Fruchthofes der epithelialen Kapsel der Decidua enge umschlossen, breitet sich in der zweiten Hälfte des 8ten und im Laufe des 9ten Tages während der allmähligen Vergrösserung dieser Zone schichtförmig darin aus und verwandelt sich so zu einer dem Mantel derselben conform gebildeten Dotterscheibe. Der zur Scheibe umgewandelte Dotter stellt demnach, seiner Form nach, den Mantelabschnitt eines etwas langgezogenen ellipsoidischen Körpers dar, dessen freier, kreisförmig begrenzter Rand an der Grenze der Zone des Frucht- und Gefässhofes der epithelialen Kapsel gerade da endigt, wo von der ersteren der innere Vorsprung zur Scheidung der, beiden genannten Zonen zugehörigen, Hohlräume abgeht. Die Keimfläche des Bildungsdotters liegt an der concaven Seite der Scheide, dem neu entstandenen Hohlraum in der Zone des Fruchthofes zugewendet; die gegenüberliegende convexe Fläche steht im Contact mit dem Epithelium der Zone des Fruchthofes der Decidua. Auf die allmählige Abplattung und schichtförmige Ausbreitung der nur locker zusammenliegenden Zellen der Dotterkugel wirken ein: die Erweiterung der Berührungsfläche zwischen dem Dotter und der Zone des Fruchthofes in Folge der allmähligen Vergrösserung des letzteren, und der Druck des in dem vergrösserten Hohlraum desselben wahrscheinlich eingedrungenen Fluidums der epithelialen Kapsel der Decidua — auf den Bildungsdotter.

2. Die Bildungsdotterscheibe verwandelt sich gegen Ende des 9ten und in der ersten Hälfte des 10ten Tages nach der Begattung zu einem Bläschen dadurch: dass an der Keimfläche der Dotterscheibe eine einfache Zellenschicht sich absondert, epithelartig ausgebildet wird, an den Rändern durch fortdauernde Zellenzeugung sich erweitert, am freien Rande der Dotterscheibe weiter fortwachsend auf den inneren, den Hohlraum der epithelialen Kapsel der Decidua zwischen Zone des Frucht- und Gefässhofes durchsetzenden Vorsprung übertritt und durch die Vereinigung der von allen Seiten sich berührenden Zellen zur Blase abschliesst. Das Bläschen besteht demnach aus zwei Theilen: aus dem epitheliartigen, die Bläschenform bedingenden Gebilde, und aus dem, an der epithelartigen Ausbildung sich nicht betheiligenden Reste der Dotterscheibe, der an der Aussenfläche des Epitheliumsackes (im Bereiche der Zone des Fruchthofes der Decidua) sich ausbreitet und nach wie vor an der, der Keimfläche entsprechenden, Seite mit dem Epithelium der Fruchtzone in Berührung bleibt. Der bläschenförmige Embryo, wie ich den vorliegenden Zustand in der Entwickelung des befruchteten Meerschweinchens nennen möchte, bewahrt das beschriebene Structurverhalten drei bis vier Tage, vom 9ten bis etwa zur Mitte des 13ten Tages nach der Begattung, und verändert sich nur in Grösse, Form und in der Ausbreitung der beiden Hauptbezirke, von welchen der eine die Gegend des Bläschens um-

fasst, welche von dem Reste der Bildungsdotterscheibe bekleidet ist, die andere desselben entbehrt. Das Bläschen geht, in Uebereinstimmung mit den Form- und Grössenveränderungen der Zone des Fruchthofes, aus der ellipsoidischen in die Kugel- und schliesslich in die Linsenform über, fortdauernd zugleich an Grösse zunehmend. Von den beiden Abschnitten des Bläschens ist es besonders der von der Dotterscheibe nicht bedeckte, welcher an der Vergrösserung des ganzen Bläschens betheiligt ist.

Es ist schon seit de Graaf bekannt, dass die Säugethierembryonen zu einer gewissen Zeit in Form eines einfachen Bläschens auftreten. Aus neueren (Coste's, M. Barry's, Th. Bischoff's und meinen eigenen) Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass dieser Zustand auf den Furchungsprocess folgt und mit dem Auftreten der primitiven Rinne und der Rückenplatten beendigt wird, dass er ferner etwa 4—5 Tage andauert, dass das Bläschen endlich während dieser Zeit sehr bedeutend an Grösse zunimmt und die ursprüngliche runde Form in eine andere sphäroidische Form abändert. Die Wand des Bläschens besteht aus zwei häutigen Bestandtheilen: aus der mit der Vergrösserung allmälig sich verdünnenden Zona pellucida, der Dotterhaut, und aus dem an der Innenfläche dieser Haut sich ausbreitenden und durch Umwandlung der Bildungsdotterkugel hervorgegangenen, inneren, häutigen Theil, welchen v. Bär den „sackförmigen Keim", Th. Bischoff die „Keimblase" genannt hat. An dem letzteren wichtigeren Bestandtheil des Bläschens unterscheidet man deutlich ein epithelartiges, bläschenförmig geschlossenes Gebilde, die von mir bei anderen Wirbelthieren so genannte „Umhüllungshaut", und in einer bestimmten Gegend („Tâche embryonnaire" Cost.) an der Innenfläche derselben den blattförmig ausgebreiteten, kreisförmig begrenzten, sonst unveränderten Rest des Bildungsdotters, aus welchem später nachweislich, wenn nicht alle, so jedenfalls die meisten und wichtigsten Primitivorgane des Wirbelthierkörpers sich bilden. Die Namen „sackförmiger Keim" oder „Keimblase" für den bezeichneten Bestandtheil des Bläschens sind aus dem Grunde nicht passend gewählt, weil man es mit einem bereits histologisch construirten und aus einer Anlage des Dotters producirten Gebilde zu thun hat, welches gegenwärtig einen embryonalen Zustand des Säugethieres repräsentirt, wächst, die Gestalt verändert und im lebhaftesten Verkehr mit der Umgebung sich befindet, — also nicht mehr Keim genannt werden kann; ich wähle daher den Ausdruck „einfacher bläschenförmiger Embryo" des Säugethieres oder „einfacher bläschenförmiger Embryonalzustand" desselben.[1])

[1]) Die Ausdrücke: Keim, Keimblätter, Keimhaut, Ei u. s. w. werden häufig auch dann gebraucht, wenn bereits Entwickelungsverände-

Vergleicht man diesen bläschenförmigen Embryo anderer Säugethiere mit dem der Meerschweinchen, so zeigen sich folgende Unterschiede:

1. Bei Kaninchen und Hunden ist der bläschenförmige Embryo von der Zona pellucida (Dotterhaut) umhüllt, beim Meerschweinchen fehlt dieselbe; sie ist bereits bei erster Einkapselung des Eichens durch die Decidua reflexa zu Grunde gegangen.

Dieser Unterschied ist von unwesentlichem Belange. Man weiss, dass die Dotterhaut mit ihrer Substanz bei keinem Thiere an der Entwickelung embryonaler Gebilde aus dem Bildungsdotter betheiligt ist, und dass sie früher oder später schwindet, sobald anderweitige Schutzhüllen gegeben sind. Nach Th. Bischoff's Beobachtungen sollte die Dotterhaut (Zona pellucida) gerade bei Säugethieren (bei Hunden und Kaninchen) auch bei Bildung embryonaler Hüllen verwendet werden; es sollen auf ihr die Zotten des Chorion's (Entwickelungsgeschichte des Kanincheneies Taf. VIII. und IX Fig. 41, B. C. E. und Fig. 42, B. C; — Entwickelungsgeschichte des Hundeeies Taf. IV. Fig. 30, B) entstehen und später auf eine unerklärliche Weise die Vereinigung derselben mit dem aus einer einfachen, epithelialen Zellenschicht bestehenden und der Gefässschicht noch entbehrenden Chorion erfolgen. Nach meinen Untersuchungen ist diese Ansicht nicht begründet. Die von dem Verfasser für Anfänge der Zotten gehaltenen Erhabenheiten an der Zona pellucida sind Niederschläge aus dem Excret (Uterinmilch) der auf dieselbe ausmündenden Uterindrüsen.

2. Von grösserer Wichtigkeit ist der an dem bläschenförmigen Embryo selbst auftretende Unterschied. Sowohl bei Hunden und Kaninchen, als bei Meerschweinchen besteht der bläschenförmige Embryo aus zwei Bestandtheilen: aus einem epithelartigen Gebilde in Bläschenform, meiner Umhüllungshaut, und aus dem bei Bildung dieser Umhüllungshaut nicht verwendeten Reste des Bildungsdotters an dem sogenannten Keimfleck. Bei Hunden und Kaninchen, wie bei

---

rungen keimfähiger Körper vorliegen Dieses Verfahren ist so lange ohne Nachtheil, als man eben nur, wie im obigen Falle, eine Veränderung an dem Keime markiren will, über die Beziehung derselben zu späteren Entwickelungszuständen sich noch keine Rechenschaft ablegen kann und dabei nicht vergisst, dass die Keime aufgehört haben, ein indifferentes Bildungsmaterial zu sein, dass sie also einen Entwickelungszustand des künftigen Thieres darstellen. Leider sind diese Postulate, durch welche die Einführung obiger Ausdrücke gerechtfertigt werden könnte, in neuester Zeit nicht beobachtet worden; man benutzt dieselben vielmehr, um jede Nachfrage und Erläuterung über die aufgetretene Entwickelungsveränderung zurückzudrängen und letztere nicht weiter in der Bildungsgeschichte des Thieres verrechnen zu dürfen. Im Interesse der Wissenschaft ist es daher zu wünschen, dass die bezeichneten Ausdrücke möglichst vermieden werden.

allen bisher beobachteten Wirbelthieren liegt dieser noch unveränderte Rest des Bildungsdotters an der Innenfläche, bei Meerschweinchen dagegen, wie es scheint, an der Aussenfläche der Umhüllungshaut.

Th. Bischoff, der im Sinne der Blättertheorie das epithelartige Gebilde für das animale, den Rest des Bildungsdotters für das vegetative Blatt erklärte, musste in nothwendiger Consequenz den räthselhaften Satz aussprechen, dass die ursprünglichen Anlagen des Wirbelthieres beim Meerschweinchen ein gerade umgekehrtes Lageverhältniss darbieten, als bei allen übrigen Wirbelthieren.[1]) Hält man daran fest, dass die Umhüllungshaut, wie ich auch anderweitig erwiesen habe, nicht die Anlage der animalen Organe des Wirbelthieres, sondern ein vorübergehendes embryonales Gebilde darstellt, welches demjenigen Theile des Bildungsdotters, aus dem die eigentlichen Primitivorgane des Wirbelthieres sich entwickeln, zur Ausbreitung, zum Schutze, und zur Stütze dient, so lösen sich die Schwierigkeiten in durchaus einfacher Weise. Es zeigt sich dann, dass die Umhüllungshaut gerade so wie bei allen übrigen Wirbelthieren diejenige Fläche des Bildungsdotterrestes überzieht, an der später der Rücken des Wirbelthieres sichtbar wird, dass aber derjenige Theil der Umhüllungshaut, welcher bei den übrigen Säugethieren über die Grenze des Keimfleckes hinweg so weiter wächst, dass er den Rest des Bildungsdotters in seine Höhle aufnimmt, — beim Meerschweinchen in entgegengesetzter Richtung fortgewachsen ist und oberhalb des künftigen Rückens des Embryo's zur Höhle abgeschlossen wird. Die Hohlräume des bläschenförmigen Embryo's der Meerschweinchen und der übrigen Säugethiere haben also nicht gleiche Bedeutung; sie liegen verschieden mit Rücksicht auf den Frontalschnitt des später sich entwickelnden Wirbelthierkörpers; es sind ferner diesen Hohlräumen verschiedene Flächen der Umhüllungshaut zugewendet, und hiermit im nothwendigen Zusammenhange steht die verschiedene Lage des noch unveränderten Restes der Bildungsdotterscheibe zu den Hohlräumen des bläschenförmigen Embryo's, nicht aber zu den beiden Flächen der Umhüllungshaut.

1) Remak hat bekanntlich v. Baer's animales Keimblatt, meine Umhüllungshaut, zu einer Anlage für Epidermis, Hornsubstanzen sammt Gehirn und Rückenmark, zu dem sogenannten sensoriellen Blatte gemacht. Kölliker ist in dem Auszuge aus der Remak'schen Entwickelungsgeschichte dieser paradoxen Ansicht nicht nur gefolgt, er hat dieselbe auch mit seiner Autorität zu stützen gesucht (Entwickelungsgeschichte des Menschen u. s. w. Akad. Vortr. Leipzig 1861.). Bei Uebertragung und Anwendung dieser Theorie auf die Entwickelung des Meerschweinchens bleibt dasselbe Räthsel bestehen; es wäre die verdrehte Anlage eines Wirbelthieres, die mit der Organisation desselben im völligen Widerspruch sich befände. Die Entwickelung des Meerschweinchens ist zu einem Prüfstein der verschiedenen Entwickelungstheorien geworden; wer sich noch belehren lassen kann, der findet hier vortreffliche Gelegenheit.

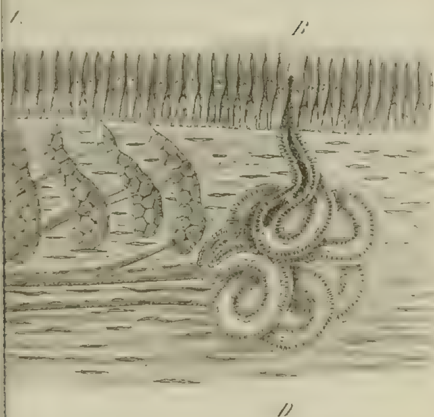
Zur Erläuterung der bezeichneten Eigenthümlichkeiten in dem Verhalten des bläschenförmigen Embryo's der Meerschweinchen diene noch Folgendes:.

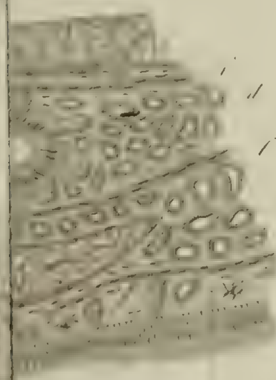
1. Sowohl in der vorliegenden, wie in der folgenden Entwicklungsperiode bewahrt die Umhüllungshaut ihre auch bei anderen Wirbelthieren hervortretenden wesentlichen Eigenschaften: sie verhält sich bei ihrer ersten Bildung und mit Rücksicht auf das Lageverhältniss zum noch unveränderten Bildungsdotterreste, wie bei allen übrigen Wirbelthieren, sie verwandelt sich ferner in ein Bläschen, in dessen Hohlraum die ersten Excreta aufbewahrt werden, sie dient endlich demjenigen Theile des Bildungsdotters, aus welchem später die wichtigsten Primitivorgane hervorgehen, zur Ausbreitung, überzieht, schützt denselben und unterstützt seine weitere Entwickelung.

2. Da die Umhüllungshaut, unerachtet der epithelartigen Textur, zu keinem bestimmten Organe als Oberhaut gehört, also weder als Epidermis, noch überhaupt als reines Epithelium aufzufassen ist, so ist es gleichgültig und von unwesentlichem Belange, welche von den beiden ihr zugehörigen Flächen sie dem von ihr gebildeten Hohlraum zuwendet.

3. Das eigenthümliche Wachsthum der Umhüllungshaut, in Folge dessen sie mit der, bei den übrigen Wirbelthieren nach aussen von dem Hohlraum gelegenen Fläche, beim Meerschweinchen gegen den Letzteren gerichtet wird, ist durch die dem Meerschweinchen eigenthümliche Formation der Decidua-Kapsel bedingt, so dass alle eigenthümlichen Bildungsvorgänge während der Entwickelung des Meerschweinchens in vollständiger, gegenseitiger Harmonie sich befinden, was auch in weiterem Fortgange der Bildungsgeschichte dieses Thieres sehr deutlich hervortritt.

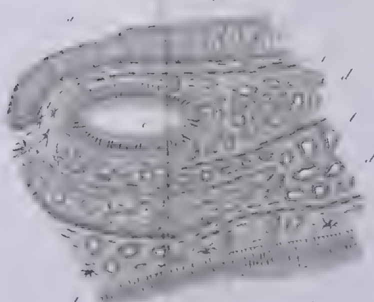
4. Das verschiedene Verhalten der Umhüllungshaut im bläschenförmigen Meerschweinchen-Embryo wird ganz besonders durch das Wachsthum desjenigen Theiles derselben herbeigeführt, welcher bei weiterer Ausdehnung, statt wie bei den übrigen Säugethieren den Bildungsdotter einzuhüllen, sich nach der Rückenfläche desselben umschlägt und hier zur Blase abschliesst. Zur Erläuterung dieser Erscheinung kann angeführt werden, dass die Umhüllungshaut auch in anderen Fällen, so zu sagen, sich Abweichungen in ihrem Wachsthum von dem Verhalten erlaubt, welches gewöhnlich bei Wirbelthieren, die nur Bildungsdotter enthalten, beobachtet wird. Bei allen Wirbelthieren nämlich, die zugleich Nahrungsdotter führen, wächst die Umhüllungshaut, nachdem sie den freien Rand der Bildungsdotterscheibe erreicht hat, nicht direct auf die entgegengesetzte Fläche dieser Scheibe weiter, sondern erweitert sich, unter den gegebenen mechanischen Bedingungen, auf den Nahrungsdotter, um denselben zugleich mit dem Reste des Bildungsdotters in ihren Hohlraum aufzunehmen.

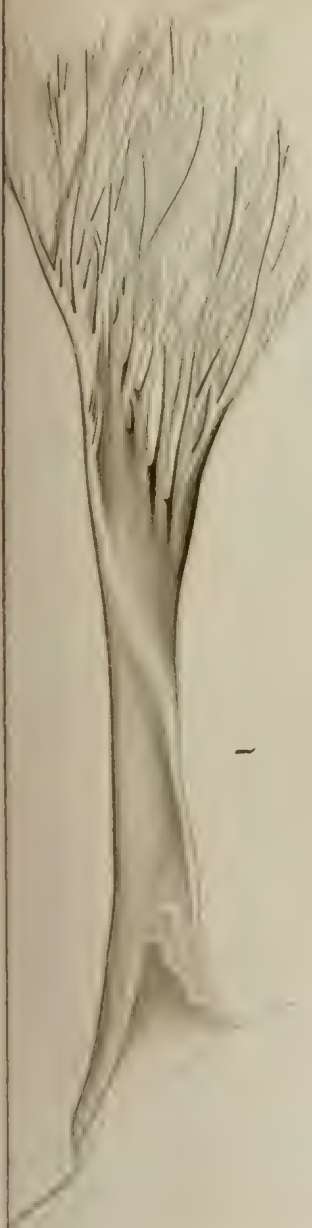


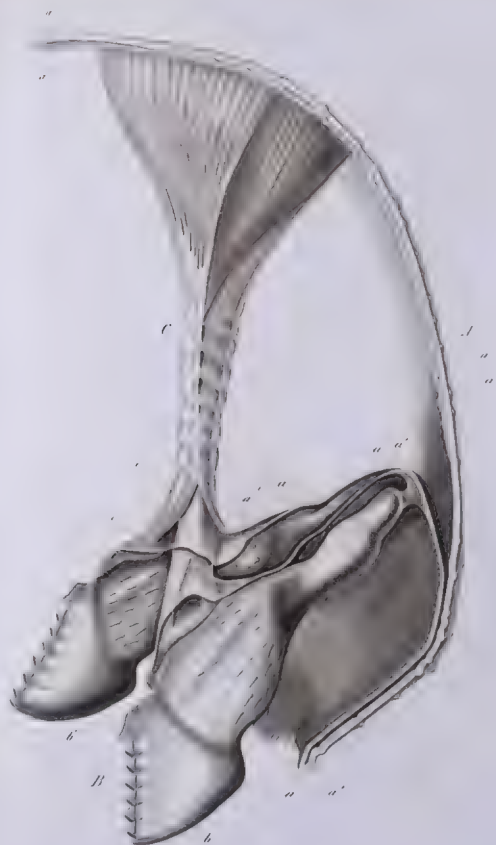




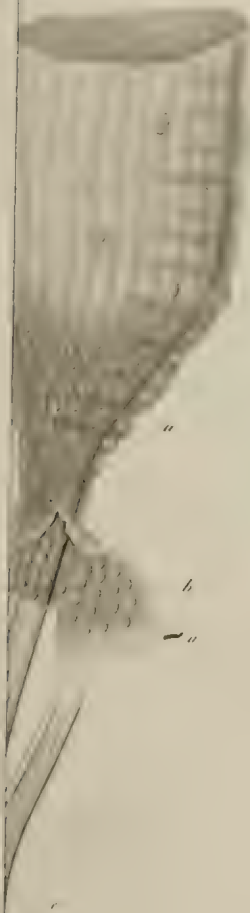





2.

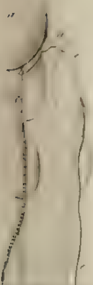


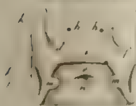



4.
a
i
a
h
a
c







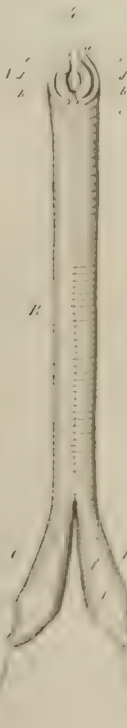






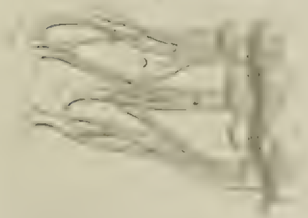


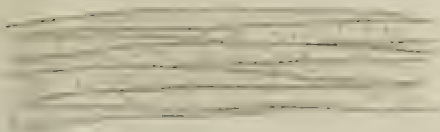


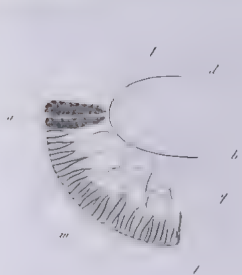


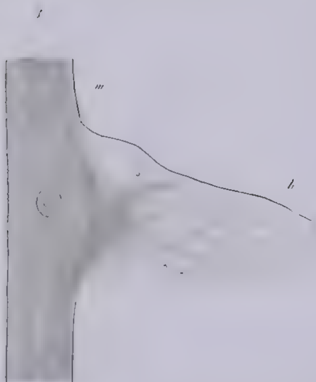

BRITISH MUSEUM
Z
D

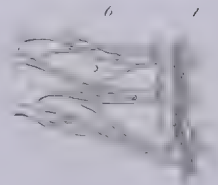

m
b

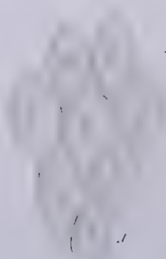
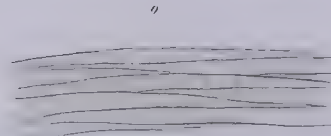








15



18



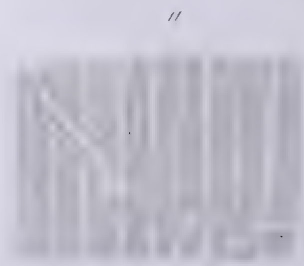
16.



17

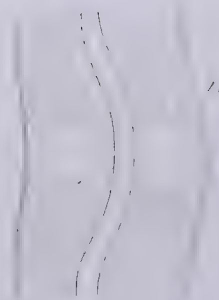



10
pp
p
pp
a
l
a


11


12
p
m
l


13


14


15


18

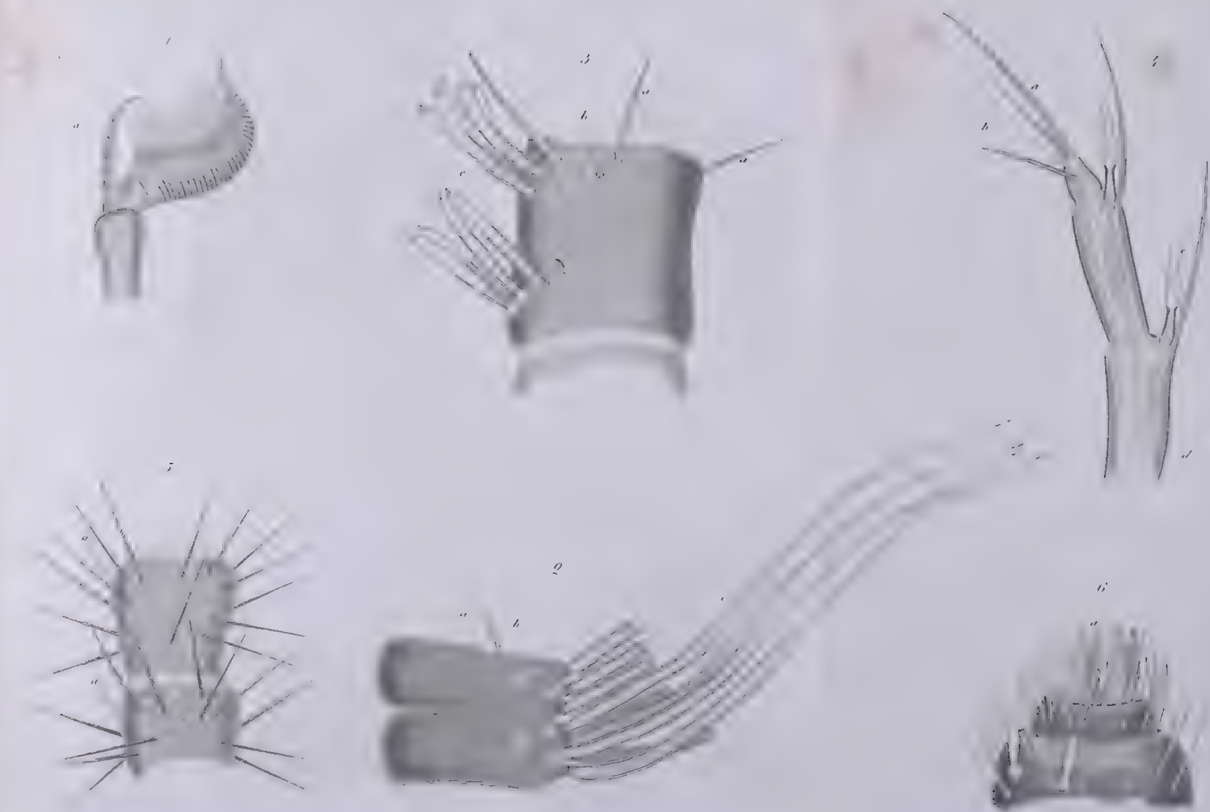

16


17
p
p

Taf. VII.



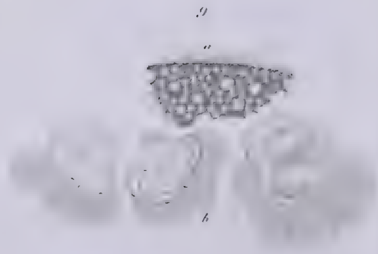




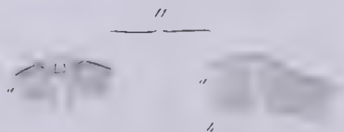

7


13
a

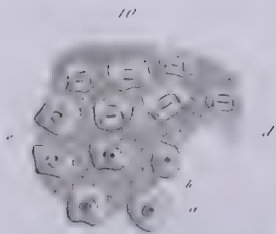

8


9
a
b

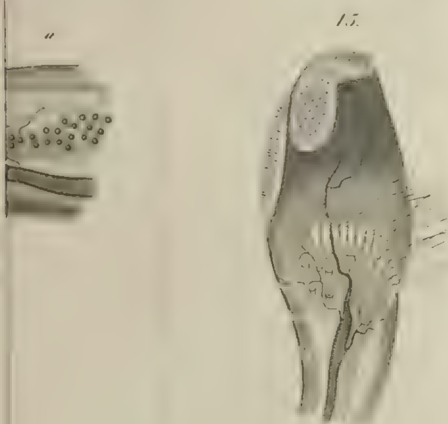

7


11
a
a
b


12
a
b


10
c
d
b
a


13
a


a
15.


19
a
a
b

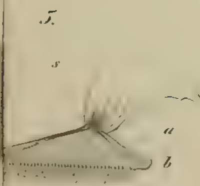

14
d
a
b
16
d
a
b
c
15
18
a
b
19
a
a
b
17
a
20
a
b



4.

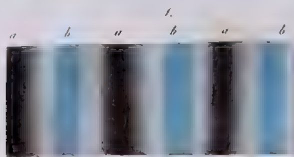


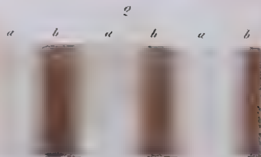
5.



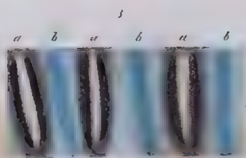
6.

11.











6 7 8 9 10 11

5



6





Otto Becker ad nat. del.

10

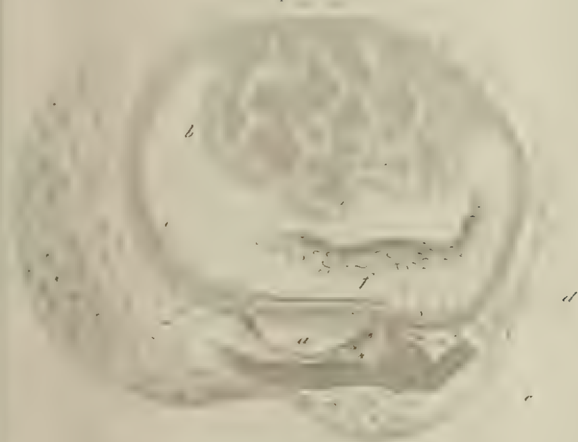


11



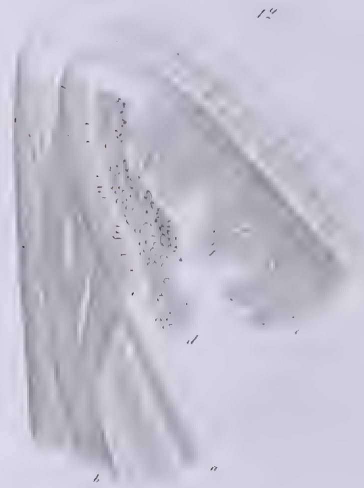

8
7
10
9
11

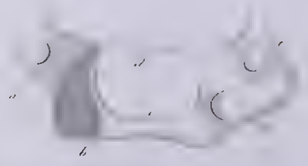
14



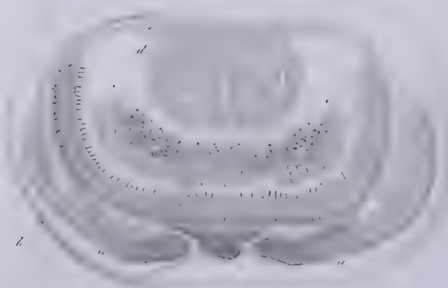
15

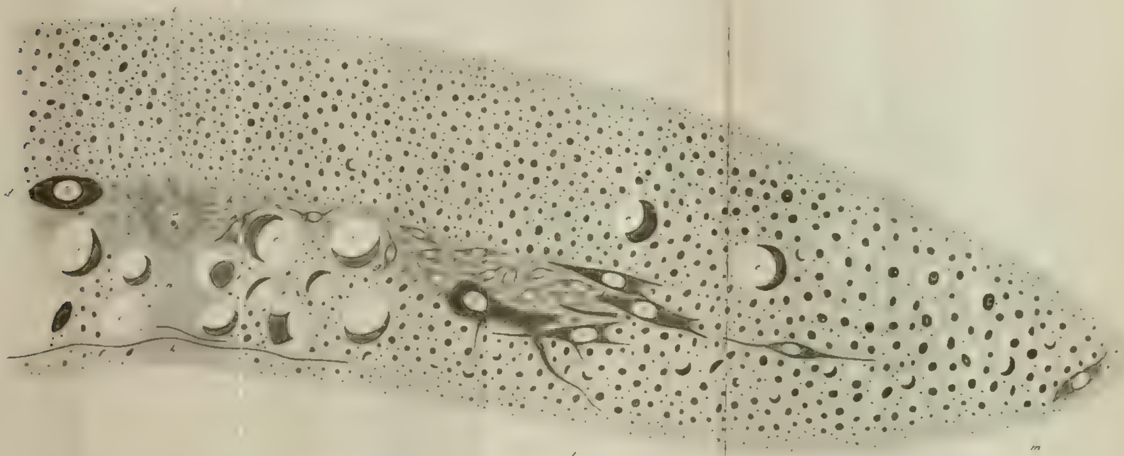


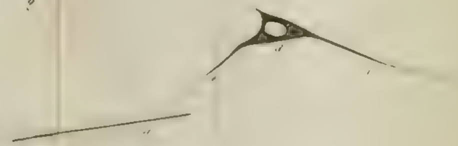

12
a
b
c
d

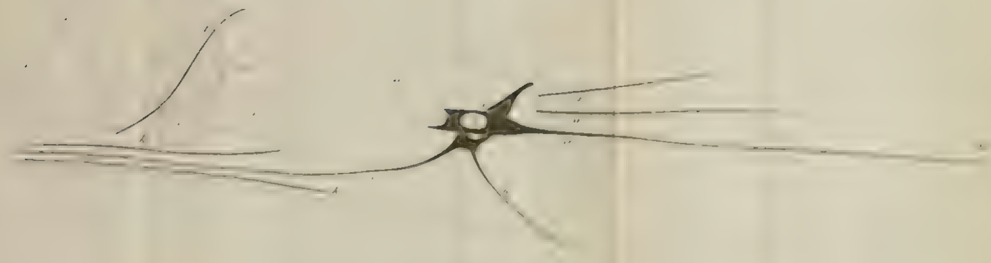

13
a
b


14
a
b
c
d


15
a
b
d



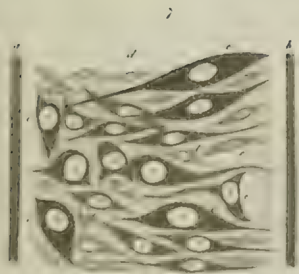




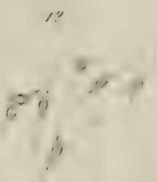
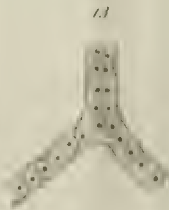

BRITISH MUSEUM
Z
S
D
RAL HISTORY



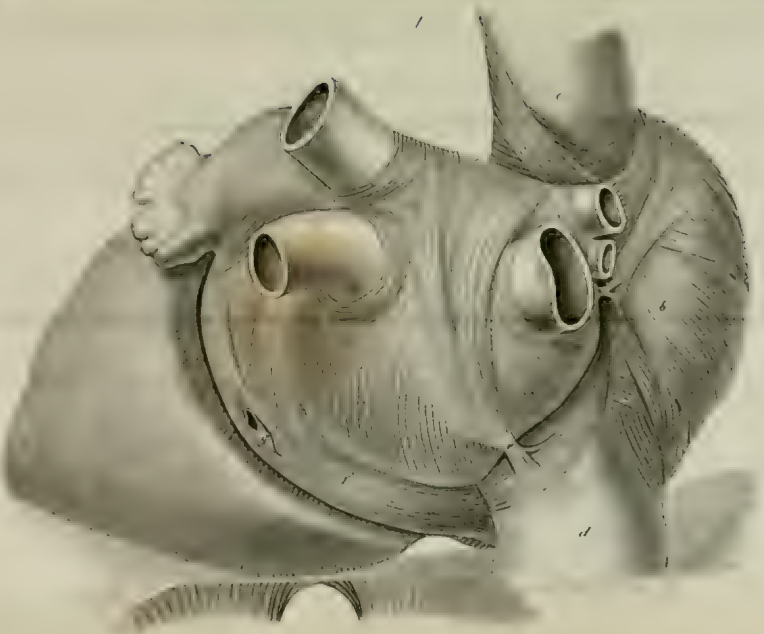


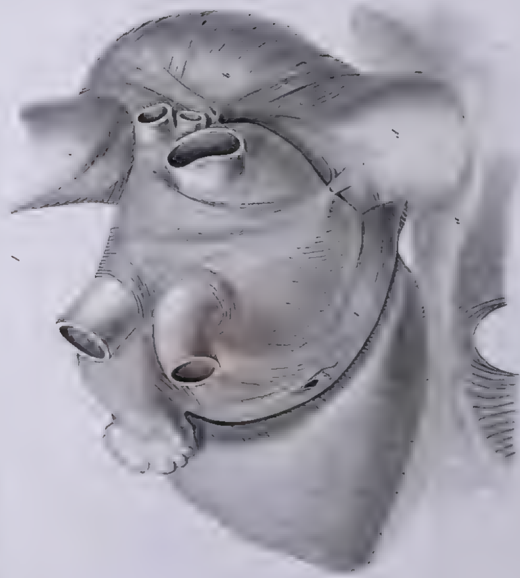


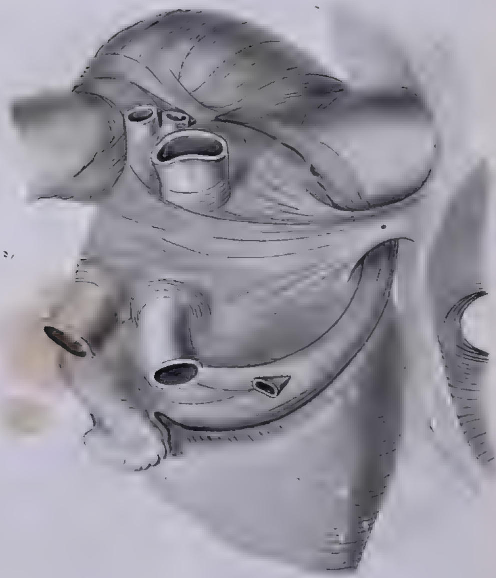



BRITISH MUSEUM
Z
S D
AL HISTORY


c
b
d







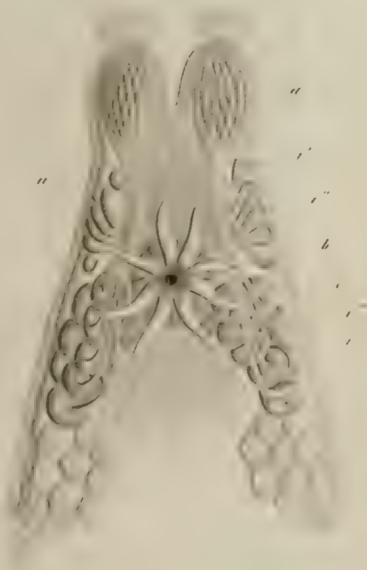
G. Wagener del. | Wagenschieber sc.



20



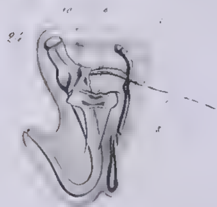
23

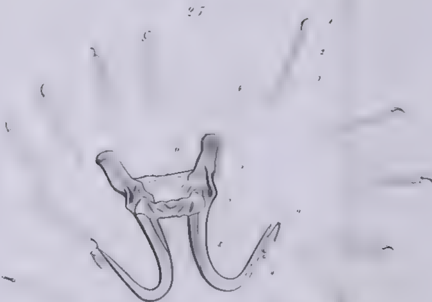


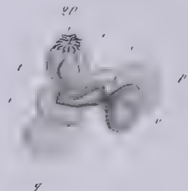
27.

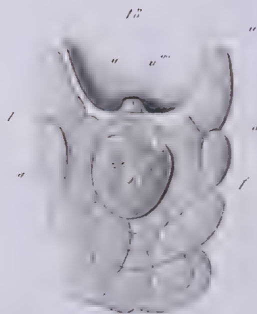


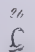




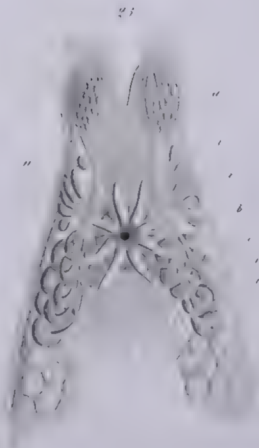






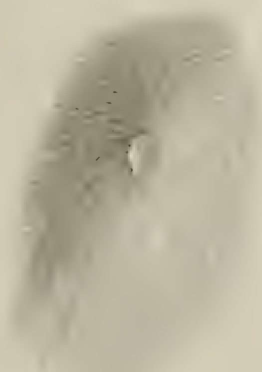






G. Wagner del.

1



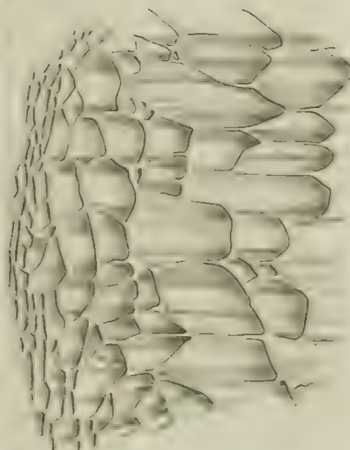
2




BRITISH MUSEUM
RAL HISTORY

2

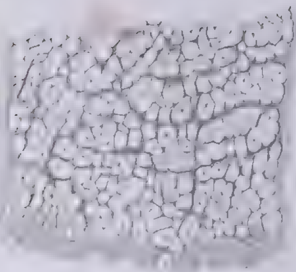
3.



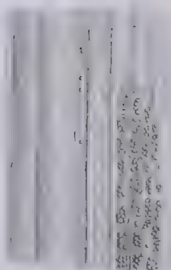
5



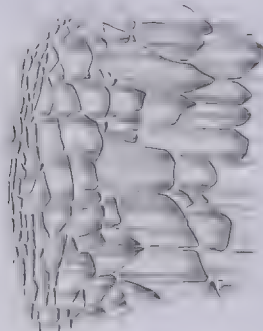
1



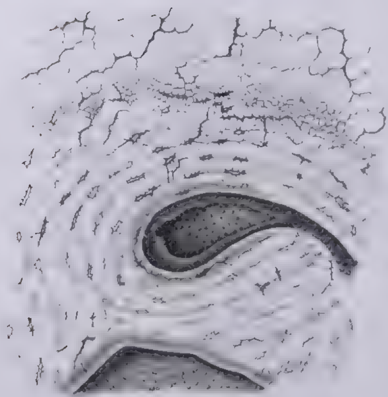
2



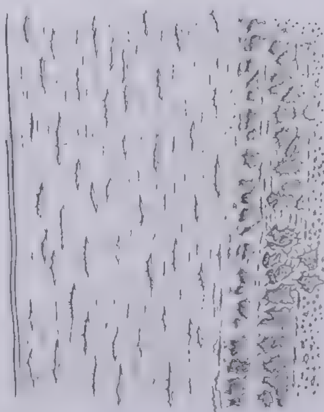
3



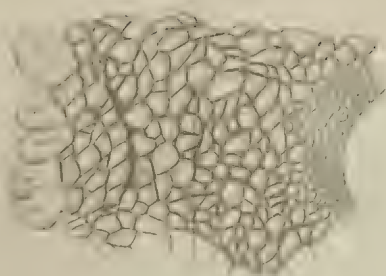
4



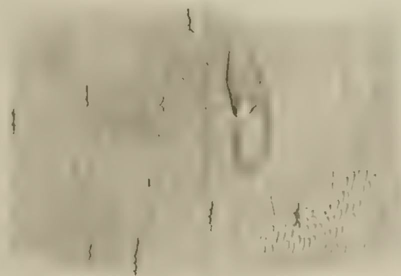
5



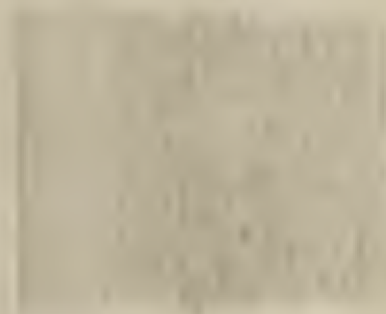
9



10.

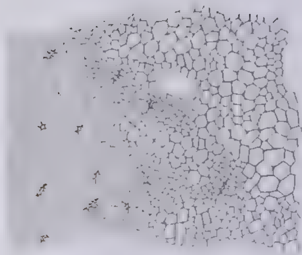


11



Wasenschieber sc.

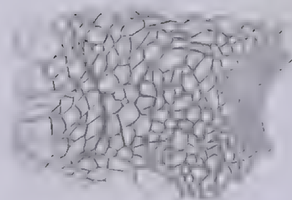
7



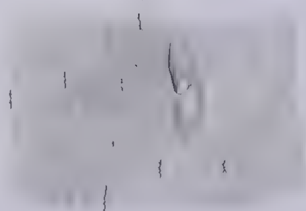
6



9



10



8



12



11



Wässerschieber sc



